

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Frakturen der langen Röhrenknochen beim Rind
Eine retrospektive Studie über Auftreten, Behandlungen und
Heilungsergebnisse
(2003-2013)

Von Christoph Friedlieb Wolfgang Müller
aus *Augsburg*

München 2017

Aus dem Zentrum für Klinische Tiermedizin der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München
Lehrstuhl für Innere Medizin und Chirurgie der Wiederkäuer

Arbeit angefertigt unter der Leitung von: Univ.-Prof. Dr. Gabriela Knubben-
Schweizer

Mitbetreuung durch: Dr. Melanie Feist

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Reinhard K. Straubinger, Ph. D

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Gabriela Knubben-Schweizer

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Cordula Poulsen Nautrup

Tag der Promotion: 29.7.2017

Meiner Familie

INHALTSVERZEICHNIS

I	EINLEITUNG	1
II	LITERATURÜBERSICHT	3
1	Untersuchungen zu Frakturen bei Rindern.....	3
1.1	Frakturlokalisationen.....	3
1.2	Ursachen für Frakturen beim Rind.....	5
1.3	Alter.....	6
1.4	Geschlechterverteilung von Frakturpatienten	7
2	Frakturformen an langen Röhrenknochen.....	8
3	Frakturklassifikationen	10
3.1	Frakturen des Knochenschafts	11
3.2	Frakturen am Knochenende	12
4	Besondere Aspekte bei Gliedmaßenfrakturen bei Rindern	13
5	Behandlungsmöglichkeiten von Frakturen beim Rind.....	15
5.1	Röhrbeinfrakturen	15
5.2	Humerusfrakturen.....	17
5.3	Frakturen des Antebrachiums.....	18
5.4	Femurfrakturen.....	18
5.5	Tibiafrakturen.....	20
6	Einfluss von Begleiterkrankungen auf die Frakturheilung	22
7	Komplikationen der Frakturheilung beim Rind	23
8	Laborparameter als prognostische Faktoren bei Frakturpatienten ...	26
8.1	Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT).....	26
8.2	Gesamteiweiß (GE).....	27
III	MATERIAL UND METHODEN	28
1	Patienten.....	28
2	Allgemeines Vorgehen bis zur Diagnosestellung.....	28
2.1	Anamnese	28
2.2	Allgemeinuntersuchung	29
2.3	Blutuntersuchung	30

2.4	Spezielle Untersuchung.....	30
2.5	Radiologische Untersuchung.....	31
2.6	Lokalisation und Klassifikation der Fraktur	32
3	Frakturbehandlung und Heilungsverlauf.....	32
3.1	Allgemeines.....	32
3.2	Konservative Behandlung	33
3.3	Chirurgische Behandlung.....	34
4	Bewertung des Heilungsverlaufs.....	35
5	Implantatentfernung.....	36
6	Spätkontrolle.....	37
7	Retrospektive Auswertung der Röntgenbilder.....	37
8	Statistische Analyse	38
IV	ERGEBNISSE	40
1	Patienten.....	40
1.1	Betroffene Knochen	40
1.2	Alter der Tiere bei Einlieferung	41
1.3	Gewicht der Patienten	44
1.4	Geschlecht der Frakturpatienten.....	48
1.5	Rasseverteilung	48
1.6	Frakturursachen.....	48
1.6.1	Gesamtes Patientengut	48
1.6.2	Tiere in der Altersklasse bis zwei Wochen	49
1.7	Zeitliches Auftreten.....	50
1.8	Nicht behandelte Tiere	52
2	Lokalisation der Frakturen am Knochen	52
2.1	Vordergliedmaße	53
2.1.1	Humerus	54
2.1.2	Antebrachium	54
2.1.3	Metacarpus	55
2.2	Hintergliedmaße	56
2.2.1	Femur	56
2.2.2	Tibia	57

2.2.3	Metatarsus	58
3	Therapie	60
3.1	Chirurgische Behandlungen	63
3.1.1	Humerus	64
3.1.2	Antebrachium	65
3.1.3	Metacarpus	68
3.1.4	Femur	69
3.1.5	Tibia	72
3.1.6	Metatarsus	72
3.2	Konservative Behandlungen	72
3.2.1	Humerus	72
3.2.2	Antebrachium	73
3.2.3	Metacarpus	74
3.2.4	Femur	77
3.2.5	Tibia	78
3.2.6	Metatarsus	78
4	Radiologische Auswertung der Repositionsergebnisse.....	79
4.1	Fragmentverschiebung	79
4.1.1	Chirurgische Behandlungen	81
4.1.2	Konservative Behandlungen	82
4.2	Frakturspalt.....	84
4.2.1	Chirurgische Behandlungen	86
4.2.2	Konservative Behandlungen	88
5	Implantatentfernung	91
6	Einfluss von Begleiterkrankungen auf den Therapieausgang	91
6.1	Tiere mit Begleiterkrankungen.....	91
6.2	Tiere ohne Begleiterkrankungen	92
6.3	Einfluss von Begleiterkrankungen	92
7	Einfluss von Komplikationen auf den Therapieausgang.....	93
7.1	Komplikationen bei konservativen Behandlungen	94
7.2	Komplikationen bei chirurgischen Behandlungen	95
8	Einfluss des Zeitpunkts der Einlieferung auf den Therapieausgang ..	96
9	Einfluss von Laborparametern mit Aussagekraft über die	

Kolostrumversorgung auf den Therapieausgang.....	98
9.1	Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT).....98
9.1.1	Einfluss der GGT bei konservativen Behandlungen.....98
9.1.2	Einfluss der GGT bei chirurgischen Behandlungen.....99
9.2	Einfluss von Gesamteiweiß (GE) auf den Therapieausgang.....100
9.2.1	Einfluss von Gesamteiweiß bei konservativen Behandlungen101
9.2.2	Einfluss von Gesamteiweiß bei chirurgischen Behandlungen102
10	Telefonische Spätkontrolle104
10.1	Abgang vom Betrieb104
10.2	Lahmheit und Gliedmaßenstellung104
10.3	Zufriedenheit der Besitzer105
V	DISKUSSION106
1	Patienten.....106
2	Betroffene Knochen.....106
3	Alter der Frakturpatienten108
4	Zeitliches Auftreten.....108
5	Einfluss des Körpergewichts auf den Therapieausgang.....109
6	Frakturursachen.....110
6.1	Beim neugeborenen Kalb110
6.2	Bei Frakturpatienten im Alter von mehr als zwei Wochen.....112
7	Geschlechter- und Rasseverteilung der Patienten112
8	Klassifikation der Frakturen.....113
9	Therapiemethoden116
9.1	Konservative Therapiemethoden.....117
9.2	Chirurgischen Therapiemethoden119
10	Einfluss des Repositionsergebnisses auf den Therapieausgang.....121
11	Implantatentfernung.....122
12	Einfluss von Komplikationen auf den Therapieausgang.....123
12.1	Einfluss von Komplikationen auf den Therapieausgang bei konservativen Behandlungsmethoden.....124

12.2	Einfluss von Komplikationen auf den Therapieausgang bei chirurgischen Behandlungsmethoden	126
13	Einfluss des Zeitpunkts der Einlieferung auf den Therapieausgang	131
14	Einfluss von Begleiterkrankungen auf den Therapieausgang	131
15	Einfluss der Kolostrumversorgung auf den Therapieausgang	132
16	Telefonische Spätkontrolle	133
VI	ZUSAMMENFASSUNG	135
VII	SUMMARY	138
VIII	LITERATURVERZEICHNIS	140
IX	ANHANG	152
X	DANKSAGUNG	155

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
beh.	behandelt
BHV	Bovines Herpes Virus
BVD	Bovine Virus Diarrhoe
DCP	Dynamic Compression Plate
GE	Gesamteiweiß
geh.	geheilt
ges.	gesamt
GGT	Gamma-Glutamyl- Transferase
i. m.	intramuskulär
i. v.	intravenös
k. A.	keine Angabe
KGW	Körpergewicht
LCP	Locking Compression Plate
LMU	Ludwig-Maximilians- Universität
nb	nicht beurteilbar
NMDC	Neuromyodysplasia congenita
s. c.	subcutan
SCFE	Slipped Capital Femoral Epiphysis
Tab.	Tabelle
TP	total protein

I EINLEITUNG

Früher war eine Gliedmaßenfraktur beim Rind oft noch gleichzusetzen mit dem Verlust des Tieres. In den letzten Jahren hat jedoch die Frakturbehandlung in der Rinderpraxis, nicht zuletzt aufgrund des gesellschaftlichen Interesses, an Bedeutung gewonnen (FESSLER und ADAMS, 1996). Auch verbesserte Technologien in der Veterinärmedizin und der wirtschaftliche Wert von Rindern für Zucht und Milchproduktion haben dazu beigetragen, dass Frakturen bei Rindern vermehrt behandelt werden (FERGUSON, 1982). Generell sind Rinder gute Patienten für orthopädische Behandlungen (CRAWFORD und FRETZ, 1985). Sie verbringen viel Zeit am Tag im Liegen, wodurch sie die betroffene Gliedmaße entlasten und weniger anfällig für Überbelastung der kontralateralen Gliedmaße sind. Außerdem tolerieren sie orthopädische Stabilisatoren sehr gut und haben allgemein ein großes Heilungspotential (ANDERSON und ST. JEAN, 2008; MULON, 2013).

Zu den verschiedenen Behandlungsmethoden zählen Stallruhe, konservative äußerliche Fixierungsmethoden (ADAMS und FESSLER, 1983), Fixateur externe (HAMILTON und TULLENERS, 1980; ST. JEAN et al., 1991; MARTENS et al., 1998) und verschiedene chirurgische Methoden zur inneren Fixierung, wie zum Beispiel intramedulläre Nägel, Platten und Schrauben (AMES, 1981; TULLENERS, 1986b; IVANY EWOLDT et al., 2003; NUSS et al., 2011; NUSS, 2014).

Die Wahl der Behandlungsmethode muss aber immer für den Einzelfall getroffen werden. So sind die genaue Verletzung des Tieres, die Erwartung des Besitzers und nicht zuletzt die Erfahrung des Tierarztes ausschlaggebend für die Wahl der richtigen Behandlungsmethode (FESSLER und ADAMS, 1996).

In der Vergangenheit haben sich bereits einige Autoren mit Frakturen der langen Röhrenknochen beim Rind und deren Behandlung beschäftigt. Meist wurde hierbei allerdings auf einen relativ kleinen Patientenpool zurückgegriffen, oder nur bestimmte Altersklassen oder Knochen untersucht.

Ziel der eigenen Arbeit war es, Art und Ursache von Frakturen der langen Röhrenknochen, verschiedene Therapiemöglichkeiten und deren Erfolgsquoten bei einer vergleichsweise großen Patientengruppe zu eruieren und diese mit

anderen Untersuchungen zu vergleichen. Zusätzlich sollten prognostische Faktoren wie beispielsweise Begleiterkrankungen, Zeit bis zur Einlieferung, Immunstatus, Komplikationen und deren Einfluss auf den Heilungsverlauf untersucht werden, was in den bisher vorliegenden Studien kaum Berücksichtigung fand. Es wurde ein Zeitraum von zehn Jahren gewählt in dem 202 Patienten mit 208 Frakturen von Humerus, Antebrachium, Metacarpus, Femur, Tibia und Metatarsus an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der Ludwig-Maximilians-Universität München eingeliefert wurden. Die Patientenakten wurden retrospektiv ausgewertet, sowie eine standardisierte Auswertung zu Fraktуреinteilung und Repositionsergebnis der archivierten Röntgenbilder und eine telefonische Befragung der Besitzer durchgeführt.

II LITERATURÜBERSICHT

1 Untersuchungen zu Frakturen bei Rindern

1.1 Frakturlokalisationen

Frakturen beim Rind treten am häufigsten am Röhrbein, also an Metatarsus und Metacarpus, auf (PEITEL, 1971; FERGUSON et al., 1986; ELMA, 1988; TULLENERS, 1996; ANDERSON und ST. JEAN, 2008; ARICAN et al., 2014; BELGE et al., 2016). PEITEL (1971) beschrieb ein ähnlich häufiges Auftreten an beiden Knochen, während STEINER et al. (1993), TULLENERS (1996) und ARICAN et al. (2014) die Vordergliedmaße öfters betroffen sahen. Letztere sahen die Ursache für das häufige Vorkommen von Frakturen an diesem Knochen vor allem in geburtshilflichen Maßnahmen. Wegen der uhrglasförmigen Form des Metacarpus und Metatarsus drücken Geburtsketten oder –stricke auf die distale Metaphyse. Dies kann häufig zu einer leicht schrägen Fraktur oder einer Querfraktur knapp über der distalen Epiphysenfuge führen (TULLENERS, 1996).

An zweiter Stelle in der Häufigkeit des Auftretens stehen die Femurfrakturen (FERGUSON et al., 1986; ARICAN et al., 2014). Beim Femur sind vor allem zwei verschiedene Lokalisationen betroffen. Zum Einen handelt es sich um Frakturen, die die proximale Wachstumsfuge mit einschließen, zum Anderen um Frakturen im diaphysär-metaphysären Übergang am distalen Femurschaft (CRAWFORD und FRETZ, 1985; FERGUSON, 1994; SPIEß, 2004). Bei der ersten Gruppe handelt es sich häufig um eine Ablösung der Epiphysenfuge, in der englischsprachigen Literatur auch als „Slipped Capital Femoral Epiphysis“ (SCFE) bezeichnet. Dieses Krankheitsbild wurde von HAMILTON et al. (1978) an 28 Kälbern genauer untersucht. Er stellte fest, dass diese Frakturform gewöhnlich durch übermäßige Zugkraft während des Geburtsvorganges bei Geburten in Hinterendlage durch das sogenannte „Hip Lock“ Phänomen ausgelöst wird. Hierbei bleibt das Becken des Kalbes im Becken der Mutter stecken. Dabei kommt erschwerend hinzu, dass bei Geburten in Hinterendlage die weichen Geburtswege weniger geweitet werden, als dies bei Geburten in Vorderendlage der Fall ist (DE KRUIF, 1995). Wird nun übermäßige Zughilfe angewendet, so wirken unzulässig starke Kräfte auf die Hintergliedmaßen und es kann zu Frakturen an diesen kommen (MICKELSEN, 1976; FERGUSON, 1994; DE

KRUIF, 1995; KALBE und SCHULZ, 2000; HOERDEMANN et al., 2012) Diese Frakturen sind vornehmlich im Bereich des Femurkopfes oder -halses lokalisiert (ST. JEAN und ANDERSON, 2014).

Ursächlich für das Auftreten an der zweiten Lokalisation ist die Tatsache, dass es sich hier um den Übergang von der lamellär aufgebauten Diaphyse in die geflechtartige Metaphyse handelt. Durch diese Verbindung von verschiedenartigen Knochentypen büßt der Knochen deutlich an Stabilität ein (FERGUSON et al., 1986).

Das Vorkommen von Frakturen am linken Femur war in einer retrospektiven Studie mit 61 % deutlich höher als das am rechten (FERGUSON et al., 1990), während IVANY EWOLDT et al. (2003) von zwölf Patienten mit Frakturen in der proximalen Femurepiphyse nur drei der linken Gliedmaße zählten.

Die Tibia ist in mehreren Studien am dritthäufigsten betroffen (CRAWFORD und FRETZ, 1985; ELMA, 1988; DIRKSEN et al., 2006; ARICAN et al., 2014). SPIEß (2004) und GANGL et al. (2006) sahen in ihren Studien dagegen die Tibia am häufigsten von Frakturen betroffen. Tibiafrakturen können in allen Altersgruppen vorkommen und oft handelt es sich dabei um Splitterfrakturen (FERGUSON, 1982; TULLENERS, 1986a; MARTENS et al., 1998). MARTENS et al. (1998) stellten in einer retrospektiven Studie an 95 Patienten mit Tibiafrakturen fest, dass 70 % der Frakturen die proximale oder mittlere Diaphyse betrafen. Ähnlich stellt sich das Ergebnis bei SPIEß (2004) dar. Hier lagen 48 der insgesamt 58 Tibiafrakturen in der Diaphyse oder der proximalen Metaphyse.

Frakturen des Radius und der Ulna finden sich - wie auch die Femurfrakturen - vor allem beim neugeborenen Kalb. Häufig handelt es sich um Splitterfrakturen, die aber selten offen sind (CRAWFORD und FRETZ, 1985; TULLENERS, 1986a, 1986b).

Humerusfrakturen sind beim Rind selten beschrieben. Sie machen in verschiedenen Studien 2,4 – 5,6 % der Gliedmaßenfrakturen aus (GREENOUGH et al., 1972; CRAWFORD und FRETZ, 1985; SPIEß, 2004; ARICAN et al., 2014).

1.2 Ursachen für Frakturen beim Rind

Am häufigsten erleiden Kälber infolge gewaltsamen Auszugs bei der Geburtshilfe Frakturen (TULLENERS, 1986a; ELMA, 1988; KÖSTLIN, 1990; SPIEB, 2004; BELGE et al., 2016). Insbesondere beim Einsatz mechanischer Geburtshelfer können unkontrollierte Zugkräfte auf das Kalb einwirken, weshalb viele dieser Geräte als ungeeignet anzusehen sind (KONERMANN, 1963; HINDSON, 1978; FERGUSON et al., 1990; KÖSTLIN, 1990). Besonders Geburten in Hinterendlage bergen ein großes Risiko. Hier erfolgt die Zughilfe häufiger und früher als dies bei Vorderendlage der Fall ist. Auch Erste Hilfe Maßnahmen, die nach Geburten in Hinterendlage häufiger und oft heftiger erfolgen, können ursächlich für Frakturen sein (DE KRUIF; KALBE und SCHULZ, 2000). Genaue Fallzahlen sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Eine Möglichkeit für das Hängenbleiben des Fetus im Geburtsweg in Vorderendlage ist der sogenannte „stifle lock“. Hier verkantet das Knie des Kalbes mit dem inneren ventralen Beckenring der Mutter. Das Kreuzbein des Fetus wird dabei gegen den dorsalen Beckenrand der Kuh gepresst, wodurch die Austreibung ins Stocken gerät (MICKELSEN, 1976). FERGUSON konnte 1994 nachweisen, dass der „stifle lock“ eine Ursache für Frakturen des distalen Femurschaftes sein kann (FERGUSON, 1994).

Auch fehlerhafte oder verzögerte Entwicklung des Kalbes, wie Osteogenesis imperfecta, oder die intrauterine Infektion mit dem BVD-Virus, welche möglicherweise die Osteoklastenaktivität verändert, können für Frakturen prädisponierend sein (JENSEN et al., 1976). Durch die geringere Festigkeit der Knochen sind die betroffenen Tiere anfälliger für Frakturen (GOEDEGEBOURE et al., 1981; CONSTABLE et al., 1993; HILBE et al., 2000).

Neben den Frakturen, die infolge Geburtshilfe bei Kälbern auftreten, verursachen bei Tieren aller Altersklassen oft anderweitige Traumata Frakturen. Diese Tiere erleiden die Frakturen oft während eines Transports, auf der Weide oder in Laufställen (MARTENS et al., 1998; GANGL et al., 2006). In vielen Fällen werden die Tiere mit gebrochener Gliedmaße aufgefunden und es kann nicht schlussendlich geklärt werden auf welche Art und Weise die Verletzung zustande kam.

Tab. 1: Häufigkeiten von geburtsassoziierten und anderen Traumata als Ursache für Frakturen der langen Röhrenknochen beim Rind in der Literatur

	Ursache der Frakturen in absoluten Zahlen			
Autor	Geburtsassoziiertes Trauma	Anderweitiges Trauma	Unbekannt	Summe
ELMA (1988)	46	29	64	139
FERGUSON et al. (1990)	37	0	40	77
ST-JEAN et al. (1992a)	8	4	0	12
SPIEB (2004)	77	20	28	125
NICHOLS et al. (2010)	12	0	8	20
ARICAN et al. (2014)	59	122	0	181
Summe der Fälle	239	176	140	555
Anteil in %	43,1	31,7	25,2	100,0

1.3 Alter

In den meisten Studien zu Frakturen der langen Röhrenknochen beim Rind waren in knapp 30 bis 88 % der Fälle Kälber im ersten Lebensmonat betroffen (HICKMAN, 1957; DINGWALL et al., 1971); (HAMILTON et al., 1978; KAHRS, 1983; CRAWFORD und FRETZ, 1985; ELMA, 1988; TULLENERS, 1996) (NICHOLS et al., 2010; ARICAN et al., 2014; BELGE et al., 2016). Einzig in der Arbeit von ADAMS und FESSLER (1983) über Frakturen des Unterarmes und des Unterschenkels war nur einer der 15 Patienten jünger als einen Monat und neun Patienten waren älter als ein Jahr. Die genaue Verteilung der Patienten auf die verschiedenen Altersgruppen ist Tabelle 2 zu entnehmen.

Tab. 2: Altersverteilung von Rindern mit Frakturen der langen Röhrenknochen in verschiedenen Studien

	Alter der Patienten			
Autor	≤ 4 Wochen	4 Wochen – 1 Jahr	> 1 Jahr	Summe
DINGWALL et al. (1971)	1	2	0	3
HAMILTON et al. (1978)	20	9	0	29
KAHRS (1983)	42	52	36	130
ADAMS (1983)	1	5	9	15
CRAWFORD und FRETZ (1985)	112	67	34	213
ELMA* (1988)	67	57	60	184
TULLENERS (1996)	17	24	19	60
IVANY EVOLDT (2003)	4	2	6	12
NICHOLS et al. (2010)	19	2	5	26
ARICAN et al. (2014)	161	20	0	181
Summe der Patienten	444	240	169	853
Anteil in %	52,1	28,1	19,8	100,0

*berichtet über Frakturen am ganzen Körper; insgesamt betrafen 142 Frakturen die langen Röhrenknochen

1.4 Geschlechterverteilung von Frakturpatienten

Im Ganzen gesehen ist die Geschlechterverteilung ausgeglichen. Wenn man jedoch die einzelnen Autoren heranzieht, fallen große Unterschiede im Geschlechterverhältnis auf. In der vorliegenden Literatur waren bei genau der Hälfte der Arbeiten die weiblichen Tiere in der Überzahl. Bei sechs der Autoren waren die männlichen Kälber häufiger von Frakturen betroffen und NICHOLS et al. (2010) zählte genauso viele weibliche wie männliche Patienten. Die genauen Zahlen sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tab. 3: Geschlechterverteilung von Patienten mit Frakturen der langen Röhrenknochen in verschiedenen Studien

Autor	Anzahl der Frakturpatienten		
	Männlich	Weiblich	Summe
HICKMAN (1957)	5	8	13
HAMILTON et al. (1978)	10	19	29
KAHRS (1983)	34	101	135
ADAMS (1983)	8	7	15
CRAWFORD und FRETZ (1985)	10	19	29
ELMA (1988)	67	72	139
ST-JEAN et al. (1992a)	7	5	12
STEINER et al. (1993)	50	8	58
EVANY EWOLDT (2003)	10	2	12
SPIEß (2004)	88	37	125
GANGL et al. (2006)	41	58	99
NICHOLS et al. (2010)	13	13	26
ARICAN et al. (2014)	107	74	181
Summe der Patienten	450	423	873
Anteil in %	51,6	48,4	100,0

2 Frakturformen an langen Röhrenknochen

Je nach Ursache kann man Frakturen in drei verschiedene Kategorien einteilen: Die traumatische Fraktur, die pathologische Fraktur und die Ermüdungsfraktur (SCHEBITZ, 1993).

Unter einer traumatischen Fraktur versteht man eine Zusammenhangstrennung, die durch eine direkt oder indirekt wirkende Kraft ausgelöst wird, die die physiologische Beanspruchbarkeit des Knochens übersteigt. Die pathologische oder spontane Fraktur entsteht schon bei physiologischer Belastung und ist in einer verminderten Festigkeit des Knochens begründet. Ursache dafür sind krankhafte Veränderungen am Knochen, wie Zysten, Usuren oder Tumoren.

Ermüdungsfrakturen treten auf, wenn durch sich wiederholende geringfügige Traumata oder durch Überbelastung Schäden in der Knochenarchitektur entstehen. Diese Schäden führen in der Folge zu Fissuren, welche dann schon unter geringfügigen Belastungen zu einem vollständigen Bruch führen können (SCHEBITZ, 1993).

Des Weiteren kann man Frakturen anhand ihrer Morphologie einteilen. So werden einfache Frakturen von komplizierten (Splitterfrakturen oder offenen Frakturen) unterschieden (CRAWFORD und FRETZ, 1985). Weiterhin kann man zwischen vollständigen und unvollständigen Frakturen unterscheiden. Bei einer vollständigen Fraktur stehen die Frakturfragmente in keinerlei Zusammenhang mehr, wobei bei der unvollständigen Fraktur die Knochenkontinuität in gewissen Bereichen intakt geblieben ist. Wenn bei paarig auftretenden Knochen, wie zum Beispiel Radius und Ulna, nur einer der beiden Knochen komplett gebrochen ist, wird dies von UNGER et al. (1990) auch als eine unvollständige Fraktur bezeichnet, da sie sich im Heilungsprozess so verhält und viele Eigenschaften einer solchen Fraktur besitzt, wie zum Beispiel Frakturstabilität oder das Beibehalten des richtigen Abstandes der Frakturenenden.

Bei Frakturen des Knochenschaftes werden Querfrakturen, Schrägfrakturen, Spiralfrakturen, Stückfrakturen, Splitterfrakturen und Trümmerfrakturen beschrieben. Bei Querfrakturen darf die Frakturlinie nicht mehr als 30 Grad vom rechten Winkel zum Knochen abweichen, bei Abweichungen von über 30 Grad muss von einer Schrägfraktur gesprochen werden (UNGER et al., 1990). Verläuft die Bruchlinie schraubenförmig um die Knochenlängsachse, wird der Bruch als Schrauben- oder Spiralfaktur bezeichnet. Bei der Stückfraktur ist durch gleich zwei Quer- oder Schrägfrakturen ein freies Knochensegment in der Diaphyse entstanden. Eine Fraktur mit mehreren Fragmenten wird als Splitter- oder Trümmerbruch bezeichnet (SCHEBITZ, 1993). Bei den unvollständigen Frakturen unterscheidet man Fissuren, Impressionsfrakturen, Einknickungsbrüche und Stauchungsfrakturen. Bei der Fissur besteht nur ein feiner Spalt in der kompakten Knochensubstanz. Dieser Spalt kann sich aber so weit verlängern, dass eine vollständige Zusammenhangstrennung des Knochens ohne Dislokation entsteht. Die Impressionsfraktur ist mit einer Eindellung der Knochenoberfläche verbunden und kommt vor allem an platten Knochen vor oder als Einbruch der Knochenendplatte einer Gelenkfläche in die epiphysäre Spongiosa. Beim

Einknickungsbruch, der bei Jungtieren auch Grünholzfraktur genannt wird, handelt es sich um eine traumatische Fraktur an einem wenig festen Knochen. Die Kortikalis der traumatisierten Seite wird dabei in den Markraum hinein geknickt, die der abgewandten Seite dagegen wird ohne Zusammenhangstrennung gebogen. Anzutreffen ist diese Fraktur meist bei Jungtieren, die physiologischerweise noch „weichere“ Knochen besitzen, oder bei Patienten, die aufgrund einer pathologischen Osteopathie weniger feste Knochen besitzen. Bei der Stauchungsfraktur (Gomphosis) wird das Gewebe der Metaphyse, seltener das der Epiphyse ineinander gestaucht (SCHEBITZ, 1993).

Eine Besonderheit stellen Gelenksfrakturen dar. Hier erreicht eine Frakturlinie die Gelenkfläche und den Gelenkknorpel. Frakturen die zwar in der Gelenkkapsel liegen, aber nicht die Oberfläche des Gelenkknorpels betreffen zählen nicht zu den Gelenksfrakturen. Je nach beteiligten Knochenkompartimenten kann man unikondyläre, bikondyläre oder suprakondyläre Frakturen unterscheiden. Bikondyläre Frakturen kann man des Weiteren nach dem Verlauf der Frakturlinie in T- oder Y-Frakturen einteilen (UNGER et al., 1990; BRINKER et al., 1993; SCHEBITZ, 1993).

Alle Frakturen, bei denen die Haut beschädigt wurde und somit das Frakturende in Kontakt mit der Außenwelt steht, werden als offene Frakturen bezeichnet. Diese Situation kann in Zusammenhang mit dem Trauma aber auch durch Operation bei der Behandlung entstehen. Offene Frakturen werden weiter in drei verschiedene Formen unterteilt. Zum Ersten, wenn die Haut von innen her von einem spitzen Knochenfragment verletzt wird. Zum Zweiten, wenn das auslösende Trauma direkt von außen die Haut durchbricht und zum Dritten, wenn durch das externe Trauma größere Mengen an Weichteilgewebe und Haut verloren gehen. Dies ist oft bei Schusswunden oder nach Autounfällen der Fall, wo Gewebe auf dem Asphalt abgeschürft wird. Eine solche Fraktur ist immer als kontaminiert zu betrachten (CRAWFORD und FRETZ, 1985; RICHARDSON und SLATTER, 1985).

3 Frakturklassifikationen

Die Klassifikation von Frakturen ist ein wichtiges Werkzeug, um medizinische Daten festzuhalten. Sie ist die Grundlage für das Erstellen einer Prognose, die Wahl der Behandlungsmethode oder für vergleichende Studien.

3.1 Frakturen des Knochenschafts

Beim Rind können Frakturen der langen Röhrenknochen nach dem Klassifikationssystem von AUER et al. (1993) beschrieben werden, das auf der Klassifikation von UNGER et al. (1990) basiert. Dabei werden der betroffene Knochen, die Lokalisation am Knochen und die Anzahl der Knochenfragmente jeweils durch eine Ziffer oder einen Buchstaben beschrieben. Die erste Ziffer bezeichnet den frakturierten Knochen in kranio-kaudaler und proximo-distaler Reihenfolge. So ist der Code für den Humerus die 1, für Radius und Ulna die 2, für den Femur die 3 und für Tibia und Fibula die 4. Für Metacarpus und Metatarsus führten AUER et al. (1993) die Ziffern 5 und 6 ein, da sie im System von UNGER et al. (1990) keine Berücksichtigung fanden.

Die zweite Ziffer beschreibt das betroffene Segment am Knochen: 1 proximal, 2 diaphysär und 3 distal (UNGER et al., 1990). HEIM (1987) definierte diese Kompartimente genau anhand seiner Vierecksmessung. Hierbei wird ein Quadrat mit einer Seitenlänge, die genau dem größten Durchmesser des Knochenendes entspricht gezeichnet. Der Bereich im Quadrat ist damit per definitionem das Knochenende und der Bereich zwischen den beiden Quadraten die Diaphyse (HEIM, 1987). Wenn die Frakturlinie die Grenze zwischen diesen Kompartimenten überschreitet, ist immer das Fragment mit dem größeren Anteil an der Fraktur namensgebend.

Die Morphologie der Fraktur wird von AUER et al. (1993) durch einen Buchstaben (A, B, C oder D) ausgedrückt. Der Buchstabe A beschreibt eine einfache oder extra-artikuläre Fraktur, B steht für eine Stückfraktur oder eine uni-kondyläre Fraktur und C für einen Trümmerbruch oder eine bi-kondyläre Fraktur. Der Buchstabe D wird ausnahmsweise verwendet, wenn die vorhandene Fraktur in keines der definierten Muster passt. Bei den paarig angelegten Knochen wurde die Frakturmorphologie des gewichttragenden Knochens als namensgebendes Merkmal herangezogen (UNGER et al., 1990; AUER et al., 1993). SPIEß (2004) erweiterte dieses System in ihrer Arbeit auf fünf Kompartimente am Knochen. Um eine präzisere Information über die Lokalisation am Knochen zu geben, wurde zwischen proximaler und distaler Epiphyse, Metaphyse und Diaphyse unterschieden. Eine tabellarische Übersicht dieses Systems findet sich in Tabelle 4 wieder.

Tabelle 4: Klassifikationssystem von Frakturen der langen Röhrenknochen von UNGER et al. (1990), modifiziert nach AUER et al. (1993), modifiziert nach SPIEß (2004)

Knochen		Lage am Knochen		Komplexität der Fraktur	
1	Humerus	1	proximale Epiphyse	A	einfache Fraktur extraartikuläre Fraktur
2	Radius	2	proximale Metaphyse	B	Stückfraktur unikondyläre Fraktur
3	Femur	3	Diaphyse	C	Trümmerbruch bikondyläre Fraktur
4	Tibia	4	distale Metaphyse	D	Nicht klassifizierbare Fraktur
5	Metacarpus	5	distale Epiphyse		
6	Metatarsus				

3.2 Frakturen am Knochenende

Eine besondere Einteilung ist bei Epiphysenverletzungen von Nöten. In der Veterinärmedizin wird hierzu in der Regel das Klassifikationssystem nach SALTER und HARRIS (1963) verwendet, das auf dem System von AITKEN (1936) basiert. In diesem System wird zwischen fünf verschiedenen Typen unterschieden. Eine schematische Darstellung des Klassifikationssystems von Frakturen am Knochenende findet sich in Abbildung 1 wieder. Bei Typ V handelt es sich um eine Quetschung des Epiphysenknorpels durch ein Trauma. Dies führt zu einer Knorpelnekrose und einem vorzeitigen partiellen oder vollständigen Epiphysenfugenschluss (SALTER und HARRIS, 1963). MORSCHER (1977) stellte fest, dass bei der Einwirkung von Druckkräften auf einen wachsenden Knochen vor allem das Knochengewebe geschädigt wird, während bei Zug- oder Scherkräften vor allem der Knorpel betroffen ist. So können auf die Epiphyse

auftreffende Druckkräfte, deren Germinativzone mechanisch beschädigen, was eine Wachstumsstörung zur Folge hat. Bei Zug- oder Scherkräften entsteht der Schaden meist in weiter metaphysenwärts gelegenen Zonen und führt somit nur in Ausnahmefällen zu einer Wachstumsstörung (MORSCHER, 1977).

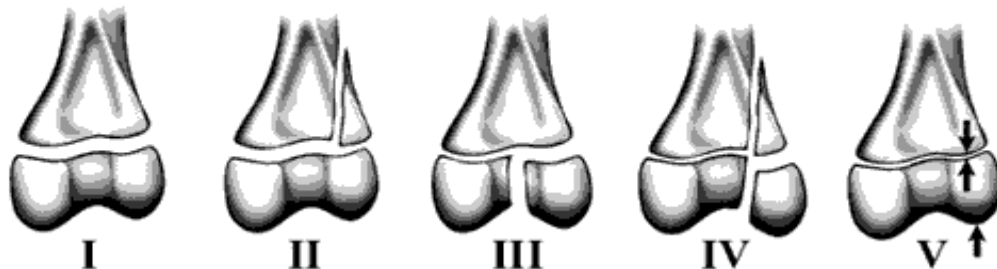


Abb. 1: Klassifikationsschema für Frakturen der Epiphysenfuge nach SALTER und HARRIS (1963); Bild: SALTER (1999)

4 Besondere Aspekte bei Gliedmaßenfrakturen bei Rindern

Als offensichtlichste Herausforderung bei der Behandlung adulter Großtiere ist das hohe Gewicht der Patienten zu nennen. Hier muss der behandelnde Tierarzt egal ob bei konservativer oder chirurgischer Behandlung Fixatoren verwenden, die dieses Gewicht tolerieren. Dies stellt sich oft als problematisch dar, da solche Stabilisatoren nicht immer im Handel erhältlich sind (SCHEBITZ, 1993; TROSTLE, 2004). So beschreiben mehrere Autoren eine negative Korrelation zwischen erfolgreichem Therapieausgang und Alter, Gewicht und Größe des Patienten (TROSTLE, 2004; ST. JEAN und ANDERSON, 2014). Rinder sind sehr umgängliche Patienten mit einem exzellenten Frakturheilungspotential. Dieses basiert nicht zuletzt auf der Tatsache, dass sie viele Stunden am Tag im Liegen verbringen, was nicht nur die Frakturstelle selbst entlastet, sondern sie auch weniger empfänglich für Überlastungserscheinungen an der kontralateralen Gliedmaße macht. Sie tolerieren außerdem orthopädische Geräte zur Frakturstabilisierung sehr gut (CRAWFORD und FRETZ, 1985; GAMPER et al., 2006; MULON, 2013). Auch die Aufwachphase nach Operationen gestaltet sich bei Rindern in der Regel aufgrund ihres ruhigen Gemütes als unproblematisch.

Nicht zuletzt muss das angestrebte Behandlungsergebnis beleuchtet werden. Dieses stellt sich beim Rind oft nicht als so ehrgeizig dar, wie dies beispielsweise bei Pferden der Fall ist. So werden meist geringgradige Abweichungen der

Knochenachse, Gelenksversteifungen und sogar bleibende Bewegungseinschränkungen toleriert, wenn diese der weiteren Nutzung nicht im Wege stehen (FESSLER und ADAMS, 1996; ST. JEAN und ANDERSON, 2014).

Da beim Rind viele Frakturen im sehr jungen Alter auftreten, muss dieser Altersgruppe besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Das neugeborene Kalb ist aufgrund seines schnellen Knochenwachstums und des dicken Periosts, das sehr schnell knöchernen Kallus aufbauen kann, zu herausragenden Heilungsraten im Stande. Auf der anderen Seite ist die Widerstandskraft gegenüber Infektionen beim jungen Kalb sehr stark vom Status der Immunkompetenz abhängig. Deshalb sollte überprüft werden, ob das Kalb genügend Kolostrum aufgenommen hat, da eine fehlende Immunkompetenz prädisponierend für eine postoperative Infektion ist (TROSTLE, 2004). ST. JEAN und ANDERSON (2014) fordern deshalb die Messung von Gesamteiweiß, Immunglobulin G oder der Leukozyten, um einen Hinweis auf die Versorgung mit Kolostrum und auf den allgemeinen Gesundheitszustand des Kalbes zu erlangen (ST. JEAN und ANDERSON, 2014). Dem allgemeinen Gesundheitsstatus von Frakturpatienten, vor allem bei Kälbern messen mehrere Autoren eine enorme prognostische Bedeutung für eine erfolgreiche Frakturbehandlung bei (FERGUSON et al., 1990; ST. JEAN et al., 1992a; FERGUSON, 1994; FESSLER und ADAMS, 1996; SPIEß, 2004; BELLON und MULON, 2011; ST. JEAN und ANDERSON, 2014). Deshalb sollten Kälber stets auf Begleiterkrankungen, wie Pneumonie, Nabelerkrankungen oder septische Polyarthritiden untersucht werden, um dem Besitzer eine möglichst genaue Prognose geben zu können (TROSTLE, 2004). So war bei NICHOLS (2010) das Auftreten von Begleiterkrankungen die Hauptursache für das Therapieversagen und auch SPIEß (2004) stellte einen signifikant negativen Einfluss von Begleiterkrankungen auf die Erfolgsaussichten fest (SPIEß, 2004; NICHOLS et al., 2010).

Es ist festzuhalten, dass bei einem neugeborenen Kalb mit einer offenen Fraktur die Prognose stets weniger gut ist, als die gleiche Verletzung bei einer erwachsenen Kuh (FERGUSON, 1982).

Da das Rind als Nutztier gehalten wird, spielen nicht zuletzt immer auch ökonomische Überlegungen eine bedeutende Rolle bei der Wahl der Therapie. Dieser Faktor ist bei Begleittieren, wie Hund, Katze aber auch Pferd, seltener als

limitierender Faktor zu betrachten (SCHEBITZ, 1993; FESSLER und ADAMS, 1996).

5 Behandlungsmöglichkeiten von Frakturen beim Rind

5.1 Röhrbeinfrakturen

Die Frakturen des Röhrbeins sind meistens konservativ durch Anbringen eines Stützverbandes in Form einer Schiene oder eines Casts mit gutem Ergebnis behandelbar (CRAWFORD und FRETZ, 1985; MULON und DESROCHERS, 2014; ST. JEAN und ANDERSON, 2014; VOGEL und ANDERSON, 2014). Vor allem bei neugeborenen Kälbern ist die Verplattung nicht die Methode der Wahl, da wenig Muskulatur und Weichteilgewebe vorhanden sind, um das Implantat nach außen zu polstern und Implantate im immaturren Knochen keinen guten Halt finden. Bei schwereren Tieren mit reiferen Knochen, verspricht diese Methode jedoch bessere Erfolgsaussichten als die konservative Behandlung (NUSS, 2014). STEINER et al. (1993) hatten dies bereits in ihrer Studie an 58 Rindern mit Röhrbeinfrakturen herausgefunden. So behandelten die Autoren den Großteil (81 %) der Patienten konservativ. Lediglich elf Patienten wurden mittels offener Reposition behandelt, wovon bei neun (81,8 %) ein langfristiger Heilungserfolg erreicht werden konnte. Alle diese Patienten waren älter als fünf Monate und wogen mindestens 217 kg. STEINER et al. (1993) beobachteten eine medizinische Überlegenheit der chirurgischen Frakturversorgung am Röhrbein gegenüber der konservativen Therapie, weshalb sie diese Behandlungsform für wertvolle Tiere empfehlen. Zu dieser Erkenntnis kamen auch BELGE et al. (2016). In ihrer Studie konnten 19 von 20 neugeborenen Kälbern mit Metacarpusfrakturen durch Verplattung mit Locking Compression Plates (LCP) geheilt werden (BELGE et al., 2016). Locking Compression Plates haben kombinierte Löcher, sodass sowohl konventionelle, als auch Verriegelungsschrauben eingebracht werden können (NUSS, 2014). Es handelt sich bei der Platte also nicht um eine neue Platte, sondern um ein neues System der Kombination zwischen Platte und Schrauben (WAGNER und FRIGG, 2000). Winkelstabilität und axiale Kompression können so vereinigt werden (FRIGG, 2003). Durch ein schlüssellochförmiges Kombinationsloch kann die Platte sowohl in Dynamic Compression Plate- (DCP), als auch in der Kopfverriegelungstechnik genutzt werden, da das Loch zum Plattenende hin eine DC-Einheit und zur

Plattenmitte hin ein konisches Doppelgewinde aufweist (WAGNER und FRIGG, 2000). In ihrem Versuch zu biomechanischen Eigenschaften der LC-Platte an Kälberfemores wies HÖRDEMANN (2008) eine Überlegenheit dieser Technik am weichen Kälberknochen nach, weshalb sie diese Behandlungstechnik besonders bei schlechter Knochenqualität und Trümmerfrakturen im distalen metaphysären Femurbereich bei Kälbern empfiehlt (HÖRDEMANN 2008).

Bei mehreren anderen Autoren war die konservative Stabilisierung die Behandlung der Wahl und lieferte gute Behandlungsergebnisse (HICKMAN, 1957; KAHRS, 1983; TULLENERS, 1986a; ELMA, 1988; GANGL et al., 2006). Lediglich DENNY et al. (1988) zogen die chirurgische Behandlung der konservativen vor. Allerdings waren in dieser Gruppe drei erwachsene Kühe vertreten und drei Kälber, die bereits mit Heilungskomplikationen nach konservativer Behandlung eingeliefert worden waren. Die genauen Fallzahlen der einzelnen Autoren sind Tabelle 5 zu entnehmen.

Tab. 5: Vergleichende Übersicht über die Behandlungsform von Röhreinfrakturen beim Rind in der Literatur

Autor	Anzahl der Frakturen				
	Behandelt	Konservativ (geheilt)	Chirurgisch (geheilt)	Gesamt geheilt	Erfolg in %
HICKMAN (1957)	3	3 (3)	0	3	100,0
KAHRS (1983)	52	52 (40)	0	40	76,9
CRAWFORD und FRETZ (1985)	83	73 (k.A.)	9 (k.A.)	72	86,7
DENNY et al. (1988)	15	4 (2)	11 (11)	13	86,7
ELMA (1988)	82	73 (58)	9 (8)	66	80,5
STEINER et al. (1993)	58	47 (37)	11 (11)	48	82,8
GANGL et al. (2006)	5	5 (4)	0	4	80,0
BELGE et al (2016)	20	0	20 (19)	19	95,0

5.2 Humerusfrakturen

Frakturen des Oberarmknochens beim Rind sind relativ selten beschrieben. Bei der Therapie wurden sowohl konservative als auch chirurgische Behandlungsversuche durchgeführt. Bei der konservativen Behandlung stand meist die räumlich begrenzte, weiche Aufstallung im Vordergrund, die in einigen Fällen auch zum Heilungserfolg führte. Als chirurgische Versorgungsmöglichkeit wird in Einzelfällen von Nagelung und Plattenosteosynthese berichtet (HICKMAN, 1957; DENNY et al., 1988; ELMA, 1988; SPIß, 2004; GANGL et al., 2006).

5.3 Frakturen des Antebrachiums

Auch Frakturen von Radius und Ulna kommen eher selten vor. Sie werden meist bei Jungtieren beobachtet und sind oft disloziert, aber selten offen. Es ist möglich, Frakturen der mittleren Diaphyse und der distalen Metaphyse mit einem hohen Cast zu behandeln, wenn dieser so angebracht werden kann, dass er über den Ellbogen hinaus reicht (TULLENERS, 1986a). Auch chirurgische Behandlungsmethoden können angewandt werden, um Radius-Ulna-Frakturen zu behandeln (NUSS, 2014).

So beschrieben manche Autoren innerhalb ihrer Arbeiten unterschiedliche Verfahren die zum Erfolg führten (ADAMS und FESSLER, 1983; DENNY et al., 1988; SPIEß, 2004). Andere wiederum kombinierten chirurgische und konservative Behandlungsmethoden, um ein optimales Behandlungsergebnis erzielen zu können. So wurde in einigen Studien, in denen die Plattenosteosynthese praktiziert wurde, zusätzlich ein stabilisierender Verband oder eine Schiene angebracht (HICKMAN, 1957; DINGWALL et al., 1971; TROSTLE et al., 1995). Andere wiederum brachten blutige Walking-Casts an und nutzten somit das Prinzip des Fixateur externes zur besseren Fixierung der Frakturenden, als dies bei alleiniger Castapplikation der Fall wäre (ELMA, 1988; KANEPS et al., 1989; ST. JEAN und DEBOWES, 1992).

Allein TULLENERS (1986a) und GANGL et al. (2006) behandelten ihre Patienten allein durch stabilisierende Verbände und Schienen. ADAMS und FESSLER (1983) mussten bei einem ihrer acht Patienten aufgrund von Heilungskomplikationen bei der rein konservativen Behandlung, eine chirurgische Osteosynthese durchführen.

5.4 Femurfrakturen

Femurfrakturen betreffen meist neugeborene Kälber und sind oft Folge von zu starker Zughilfe. Sie stellen sich meist als unregelmäßige Quer- oder Schrägfrakturen dar. Konservative Behandlungsmethoden sind hier selten erfolgreich. Die besten Behandlungserfolge versprechen die Verplattung oder die Marknagelung (NUSS, 2014).

In der Vergangenheit wurden viele verschiedene vor allem chirurgische Behandlungsmöglichkeiten beschrieben. Die Erfolgsquote lag je nach Autor zwischen 25 % und 100 % (siehe Tabelle 6). Am häufigsten wurden hier

verschiedene Nagelungstechniken genannt. (AMES, 1981; FERGUSON et al., 1986; DENNY et al., 1988; ELMA, 1988; ST. JEAN et al., 1992a; ST. JEAN et al., 1992b; IVANY EWOLDT et al., 2003; SPIEß, 2004; NICHOLS et al., 2010; BELLON und MULON, 2011). Mit 25 Kälbern, die auf diese Weise behandelt wurden, beschrieben BELLON und MULON (2011) die meisten Behandlungen dieser Art. Als exzellent wurde der Behandlungsausgang in 60 % der Fälle beschrieben. Nimmt man die sechs weiteren Behandlungen hinzu, deren Ausgang als gut gewertet wurde, so liegt die Erfolgsquote der Behandlungen bei 84 %.

Am zweithäufigsten ist die Verplattung beschrieben. Vier der genannten Autoren verwendeten diese Technik zur Behandlung von Femurfrakturen (AMES, 1981; FERGUSON et al., 1986; DENNY et al., 1988; SPIEß, 2004). Am häufigsten beschreibt SPIEß (2004) diese Methode. Von den 30 Kälbern, die auf diese Weise operiert wurden, konnten 20 (66,7 %) die Klinik geheilt verlassen. Behandlungen mittels externen Fixatoren sind nur selten beschrieben (AMES, 1981; SPIEß, 2004; NICHOLS et al., 2010). Allein durch Osteosynthese mit Schraube behandelten als einzige IVANY EWOLDT et al. (2003) vier Tiere mit Frakturen der proximalen Epiphysenfuge. In Einzelfällen wird von erfolgreicher Behandlung von Femurkopf- oder Femurhalsfrakturen durch Resektion derselben berichtet (FRETZ et al., 1973; FERGUSON et al., 1986).

Obwohl die chirurgische Frakturversorgung am Femur der konservativen vorgezogen wird, wird von einzelnen erfolgreichen Behandlungen mittels Stallruhe berichtet (ELMA, 1988; SPIEß, 2004; NICHOLS et al., 2010). Diese Behandlungsmethode wurde in der Regel aus ökonomischen Gründen ausgewählt oder bei Tieren, bei denen bei Vorstellung bereits eine Heilungstendenz in Form von Kallusbildung zu erkennen war. Eine Behandlung durch eine Thomas-Schiene wird nur einmal in einer experimentellen Studie von AMES (1981) beschrieben. Das Tier diente als Kontrolltier für eine Gruppe von chirurgisch behandelten Patienten. Diese Behandlung blieb erfolglos, da das Tier ohne Heilungstendenz eingeschläfert werden musste.

Tab. 6: Vergleichende Übersicht über die Behandlungsformen von Femurfrakturen beim Rind in der Literatur

Autor	Anzahl der Frakturen des Femurs				
	Behandelt	Konservativ (geheilt)	Chirurgisch (geheilt)	Gesamt geheilt	Erfolg in %
AMES (1981)	12	1 (0)	11 (3)	3	25,0
FERGUSON et al. (1986)	65	38 (5)	27 (23)	28	43,1
DENNY et al. (1988)	5	0	5 (5)	5	100,0
ELMA (1988)	3	1 (1)	2 (1)	2	66,7
ST. JEAN et al. (1992a)	12	0	12 (10)	10	83,3
IVANY EVOLDT (2003)	12	0	12 (9)	9	75,0
SPIEß (2004)	42	1 (1)	41 (22)	23	54,8
NICHOLS et al. (2010)	22	7 (2)	15 (10)	12	54,5
BELLON und MULON (2011)	25	0	25 (21)	21	84,0

5.5 Tibiafrakturen

Tibiafrakturen sind bei jungen Kälbern oft in der proximalen Epiphyse und bei älteren Tieren in der Diaphyse lokalisiert. Oft handelt es sich um Splitterfrakturen. Bei Kälbern ist das proximale Fragment oft zu klein, um eine stabile innere Fixierung erreichen zu können (NUSS, 2014).

In der Vergangenheit wurden verschiedene Behandlungsmöglichkeiten, zu denen unter anderem Verplattung, verschiedene Nagelungstechniken, externe Fixatoren und stabilisierende Verbände gehören, beschrieben.

In der Mehrzahl der Arbeiten wurden Behandlungen mittels externer Fixatoren beschrieben. Diese Behandlungsmethode lieferte gute Erfolgsquoten (HAMILTON und TULLENERS, 1980; ST. JEAN et al., 1991; CHATRE, 1995;

SPIEB, 2004). So erzielten beispielsweise ST-JEAN et al. (1991) einen Behandlungserfolg von 100 % (Tab. 7), indem sie bei fünf Kälbern Steinmann Nägel quer durch die Frakturfragmente bohrten und diese von außen mittels eines Kunstharzverbandes fixierten.

Des Weiteren sind verschiedene Techniken mit intramedullären Kraftträgern wie Rush Pins oder Steinmann Nägel beschrieben (RAO und RAO, 1973; AUER et al., 1993; SPIEB, 2004). So führte in einer experimentellen Studie von RAO und RAO (1973) die innere Fixierung durch Rush Pins bei sieben von zehn Kälbern zu einem Behandlungserfolg.

Von drei Autoren wurden Behandlungen mittels Plattenosteosynthese beschrieben. Die Erfolgsquoten reichten hierbei von 56 % bis 75 % (HICKMAN, 1957; ELMA, 1988; SPIEB, 2004). Mit 23 Tieren, die auf diese Weise behandelt wurden, griff SPIEB (2004) auf den größten Patientenpool dieser Gruppe der hier zitierten Arbeiten zu. Die anderen beiden Autoren behandelten lediglich drei (HICKMAN, 1957) beziehungsweise vier (ELMA, 1988) Tiere auf diese Art.

Seltener wurden konservative Behandlungsmethoden wie Stallruhe oder stabilisierende Verbände angewandt (ELMA, 1988; SPIEB, 2004). So beschrieb SPIEB (2004) die Behandlung von fünf Kälbern mittels Stallruhe, was bei allen Patienten zur Frakturheilung führte. Drei weitere Kälber wurden mittels stabilisierender Verbände ohne Erfolg behandelt.

Tab. 7: Vergleichende Übersicht über die Behandlungsformen von Tibiafrakturen beim Rind in der Literatur

Autor	Anzahl der Frakturen der Tibia				
	Behandelt	Konservativ (geheilt)	Chirurgisch (geheilt)	Erfolg	Erfolg in %
HICKMAN (1957)	3	0	3 (2)	2	66,7
RAO und RAO (1973)	10	0	10 (7)	7	70,0
HAMILTON et al. (1980)	3	0	3 (2)	2	66,7
DENNY et al. (1988)	8	3 (3)	5 (2)	5	62,5
ELMA (1988)	8	1 (0)	7 (3)	3	37,5
ST-JEAN et al. (1991)	5	0	5 (5)	5	100,0
AUER et al. (1993)	2	0	2 (0)	0	0,0
CHATRE (1995)	6	0	6 (5)	5	83,3
SPIEß (2004)	49	8 (5)	41 (21)	26	53,1

6 Einfluss von Begleiterkrankungen auf die Frakturheilung

Dem allgemeinen Gesundheitsstatus von Frakturpatienten vor allem bei Kälbern messen mehrere Autoren eine enorme prognostische Bedeutung für eine erfolgreiche Frakturbehandlung bei (FERGUSON et al., 1990; ST. JEAN et al., 1992a; FERGUSON, 1994; FESSLER und ADAMS, 1996; SPIEß, 2004; BELLON und MULON, 2011; ST. JEAN und ANDERSON, 2014). Deshalb sollten Kälber stets auf Begleiterkrankungen, wie Pneumonie, Nabelerkrankungen oder septische Polyarthritits untersucht werden und die Ergebnisse bei Prognosestellung berücksichtigt werden (TROSTLE, 2004). So war bei NICHOLS (2010) das Auftreten von Begleiterkrankungen die Hauptursache für

das Therapieversagen und auch SPIEB (2004) stellte statistisch einen signifikant negativen Einfluss von Begleiterkrankungen auf die Heilungsquote fest (SPIEB, 2004; NICHOLS et al., 2010).

7 **Komplikationen der Frakturheilung beim Rind**

Komplikationen nach operativer Frakturbehandlung stehen meist im Zusammenhang mit lokalen oder systemischen Infektionen, ungenügender Stabilität von Implantaten, verzögerter oder ausbleibender Frakturheilung, Heilung in Fehlstellung oder Wachstumsstörungen (HICKMAN, 1957). SPIEB (2004) zählte in ihrer Arbeit bei 67 der 107 behandelten Tiere (62,6 %) Komplikationen im intra- und postoperativen Behandlungsverlauf. Von den 67 Komplikationen, traten 48 im postoperativen Behandlungsverlauf auf (SPIEB, 2004).

Instabilität von Implantaten stellte bei SPIEB (2004) mit 37 von 48 Fällen die häufigste Komplikation im postoperativen Verlauf dar. Implantatversagen kann entweder durch ein einzelnes starkes mechanisches Ereignis oder durch wiederkehrende Irritationen ausgelöst werden. Ersteres tritt meist bereits in der Aufwachphase nach einer Operation auf und betrifft die schwächste Stelle der Osteosynthese oder einen Punkt an dem sich einwirkende Kräfte konzentrieren. Wiederkehrend einwirkende Kräfte resultieren meist in Schraubenlockerung oder –bruch ausgehend von Scherkräften zwischen Schrauben und Platte (FUBINI und DUCHARME, 2004). Um Biegen oder Brechen von Implantaten vorzubeugen sollte das größtmögliche Implantat verwendet werden (ST. JEAN et al., 1991; NUSS, 2014). Intramedulläre Nägel können von fibrösem Gewebe umgeben werden und sich aus diesem Grund in vielen Fällen lockern. Sie wandern dann die Markhöhle entlang bis sie an der Eintrittsstelle unter der Haut sichtbar werden (HICKMAN, 1957). Ähnliches wurde bei Pins beobachtet. Die Gründe hierfür werden in Infektionen, die sich entlang des Bohrkanals entwickeln, thermischen Schäden, die während des Einbringens verursacht werden, oder in Beweglichkeit des Pins (Drehung oder Vor- und Zurückgleiten im Bohrkanal) gesehen (AMES, 1981; GREEN, 1983; KANEPS et al., 1989). Auch die Instabilität von Implantaten stellt eine häufige Komplikation bei der Frakturbehandlung beim Rind dar. Als Ursache dafür wird die Tatsache gesehen, dass im bovinen Knochen allgemein und besonders im juvenilen Knochen von Kälbern kein guter Halt von

Implantaten erreicht werden kann (HICKMAN, 1957; AMES, 1981; FERGUSON et al., 1986; AUER et al., 1993; KIRPENSTEIJN et al., 1993; HOERDEMANN et al., 2012; NUSS, 2014). In ihrem Versuch zu biomechanischen Eigenschaften der LC-Platte an Oberschenkelknochen von Kälbern wies HÖRDEMANN (2008) eine Überlegenheit dieser Technik am weichen Kälberknochen nach, weshalb sie diese Behandlungstechnik besonders bei schlechter Knochenqualität und Trümmerfrakturen im distalen metaphysären Femurbereich bei Kälbern empfiehlt (HÖRDEMANN 2008).

Zu **Infektionen** kann es bei allen Arten von Transfixierungsmethoden, vor allem aber beim retrograden Einbringen, kommen (AMES, 1981). Die Infektionen können hier entlang der Nägel oder Drähte fortschreiten und zu Sinusbildung und Implantatlockerung führen (DENNY et al., 1988; KANEPS et al., 1989; MARTENS et al., 1998). Osteomyelitis oder septische Arthritiden, die nach Osteosynthesen zum Beispiel durch Kontamination auftreten können, sind als schwerwiegende Komplikationen zu betrachten und sollten bereits prophylaktisch bekämpft werden, da bei Auftreten dieser Komplikationen die Prognose für eine Heilung selbst bei intensiver Therapie als schlecht betrachtet werden muss (FUBINI und DUCHARME, 2004). SPIEß (2004) zählte in ihrer Untersuchung neun rein lokale und zehn systemische Infektionen im postoperativen Verlauf.

Refrakturen nach Implantatentfernung können trotz vermeintlich guter radiologischer Frakturheilung auftreten. Ursächlich dafür ist eine verminderte Mineralisierung des Knochens und vor allem verminderte Stabilität durch residuelle Schraubenlöcher (ROSSON et al., 1991). Die Refraktur spielte als Komplikation trotz ihrer Schwere in den publizierten Arbeiten eine eher untergeordnete Rolle, da sie nur selten auftrat (MARTENS et al., 1998; SPIEß, 2004).

Zu einem **vorzeitigen Epiphysenfugenschluss** kann es kommen, wenn aufgrund einer Verletzung der Epiphyse oder aufgrund deren Einbeziehung in die Osteosynthese die proliferierenden Knorpelzellen geschädigt werden. Dies kann zu einer knöchernen Verbindung zwischen Epi- und Metaphyse und in der Folge zu einer Wachstumsstörung führen (SALTER und HARRIS, 1963; BOELITZ et al., 1994). Bei SPIEß (2004) wurde die Epiphysenfuge in 41 Fällen in die Fixation einbezogen, was allerdings nur in fünf Fällen zu schwerwiegenden Komplikationen im postoperativen Verlauf führte. Die Ursache für die geringe

klinische Relevanz eines vorzeitigen Epiphysenfugenschlusses nach Osteosynthesen wird im kompensatorischen Wachstum der anderen Epiphysenfuge gesehen (CHATRE, 1995).

Stellungsanomalien spielen bei chirurgischer Frakturversorgung eine eher untergeordnete Rolle im Vergleich zu konservativen Verfahren. Dennoch berichten einige Autoren über das Auftreten solcher Komplikationen auch nach chirurgischen Behandlungen (AMES, 1981; STEINER, 2005). Besonders bei Knochen, die unter kräftigen Muskelpaketen liegen und die Fraktur bereits einige Tage zurück liegt, stellt sich oft bereits die anatomische Reposition als problematisch dar. Grund dafür ist die starke Muskelkontraktion, die die Frakturende ineinander zieht. In diesen Fällen muss sich der Operateur bisweilen mit suboptimalen Repositionsergebnissen begnügen (STICK und DERKSEN, 1980; FERGUSON, 1982).

Bei konservativer Behandlung durch Castverbände oder Schienen sind die häufigsten Komplikationen Druckstellen durch dem Verband, Überlastung der kontralateralen Gliedmaße und Heilung in Fehlstellung (ADAMS, 1985; ANDERSON und ST. JEAN, 2008; BAIRD und ADAMS, 2014).

Mehrere Autoren beschrieben das Auftreten von **Druckstellen** als häufig, jedoch von geringer Schwere und als einfach behandelbar (ADAMS und FESSLER, 1983; TROSTLE et al., 1995; GANGL et al., 2006). Nur in seltenen Fällen, in denen die Druckstellen unbemerkt blieben, entwickelten sich diese zur schweren Komplikation, die eine Heilung verhinderte (SPIEß, 2004).

Ähnlich häufig wie das Auftreten von Druckstellen wird von **Heilung in Fehlstellung** berichtet (BAIRD und ADAMS, 2014). In den meisten Fällen beeinträchtigte diese das Tier jedoch nicht und stand nicht im Widerspruch zur weiteren Nutzung desselben (ADAMS und FESSLER, 1983; STEINER et al., 1993; MARTENS et al., 1998). Bei konservativer Behandlung durch Stallruhe muss eine Heilung in Fehlstellung in Kauf genommen werden (LUNDVALL, 1960).

Vor allem bei jungen Tieren werden Einschränkungen in der Belastbarkeit oder Beweglichkeit im Heilungsverlauf durch die anderen Gliedmaßen kompensiert. Dies kann zu Veränderungen (NUSS, 2014) bis hin zu Frakturen an vorher **unbeteiligten Gliedmaßen** führen (FERGUSON, 1985). MARTENS et al. (1998)

und NICHOLS et al. (2010) beschrieben ein häufiges Auftreten dieser Komplikation mit teils fatalem Ausgang.

SPIEB (2004) stellte **Instabilität** als häufigste Komplikation bei konservativer Behandlung fest. Von den insgesamt 16 konservativ behandelten Patienten standen alle fünf Fälle von Komplikationen im Zusammenhang mit Frakturinstabilität.

8 Laborparameter als prognostische Faktoren bei Frakturpatienten

SPIEB (2004) beschrieb einen signifikanten Einfluss von Begleiterkrankungen auf die Heilungsaussichten von Frakturpatienten. Deshalb ist es wichtig bereits bei Einlieferung das Bestehen aber auch das Risiko für das Auftreten solcher Begleiterkrankungen zu untersuchen. Bei Kälbern ist in diesem Zusammenhang die frühzeitige und ausreichende Versorgung mit Kolostrum von großer Bedeutung (SPIEB, 2004). Je früher und je mehr Kolostrum von den Kälbern aufgenommen wird, desto besser ist i. d. R. die Versorgung mit Immunglobulinen (ERBERS, 2005; MCMORRAN, 2006). Mangelhafte Kolostrumaufnahme führt zu einem schlechteren Immunstatus des Tieres und somit zu erhöhter Anfälligkeit für Begleiterkrankungen (NUSS, 2014). Folgende Laborparameter geben Hinweise auf Kolostrumversorgung, und bestehende Begleiterkrankungen.

8.1 Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT)

Bei Kälbern in der postnatalen Phase wird durch die Aufnahme der stark GGT-haltigen Kolostralmilch eine Aktivitätssteigerung des Enzyms im Serum im Median auf 370-5000 U/l (BRAUN et al., 1982) bzw. 1563 U/l (LOMBARDI et al., 1996) bzw. 734 U/l (PERINO et al., 1993) innerhalb des ersten Lebenstages bewirkt. Diese Tatsache ermöglicht es, GGT zur Bestimmung der Kolostrumversorgung von neugeborenen Kälbern zu nutzen (BOSTEDT, 1983; LOMBARDI et al., 1996). So konnte eine GGT-Aktivität von unter 200 U/l im Serum als Hinweis für eine schlechte Versorgung mit Immunglobulinen und einer daraus resultierenden höheren Anfälligkeit für Erkrankungen festgestellt werden (PERINO et al., 1993; PARISH et al., 1997). Ursache kann entweder eine zu geringe Menge aufgenommenen Kolostrums, die Aufnahme eines qualitativ schlechten Kolostrums, eine verspätete Kolostrumaufnahme oder das Scheitern

des passiven Durchtritts der Immunglobuline durch die Darmschranke sein. Am siebten Lebenstag errechneten PARISH et al. (1997) einen Wert von unter 75 U/l als Hinweis für schlechte Versorgung mit Immunglobulinen. An der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung wird bei GGT-Werten von unter 200 U/l innerhalb der ersten Lebenswoche von einer schlechten Versorgung mit Immunglobulinen ausgegangen. Nach circa vier Wochen gleichen sich die Serumwerte der Kälber denen von adulten Rindern an (BRAUN et al., 1982; STEFFEN et al., 1997).

8.2 Gesamteiweiß (GE)

Da auch die Serumproteinkonzentration bei Kälbern eng mit der Serumimmunglobulinkonzentration korreliert, kann diese ebenfalls zur Kontrolle der Kolostrumaufnahme beziehungsweise der Immunglobulinresorption herangezogen werden (PERINO et al., 1993). Mehrere Studien kamen zu dem Schluss, dass die Serumproteinkonzentration in der ersten Lebenswoche mit der Kälbersterblichkeit in den ersten zehn Lebenswochen korreliert. Ein Wert von unter 40 – 44 g/l in der ersten Lebenswoche erhöht das Sterblichkeitsrisiko in den ersten Lebensmonaten, ein Wert von 50 – 55 g/l geht mit der besten Überlebensrate einher, wohingegen Werte über 60 g/l zu keiner weiteren Absenkung der Mortalitätsrate führen (DONOVAN et al., 1998; TYLER et al., 1998).

III MATERIAL UND METHODEN

1 Patienten

Für die vorliegende Studie wurden die Patientenakten von 202 Rindern aller Altersklassen mit 208 Frakturen an langen Röhrenknochen aus dem Archiv der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München ausgewertet. Hierbei wurden auch Patienten, denen nach Diagnosestellung keine Behandlung zukam, in die Untersuchung einbezogen. Im weiteren Verlauf wurden die Patientenakten, die die Eingangsuntersuchung, tägliche Nachuntersuchungen, Operationsberichte, Labordatenblätter und sonstige Hinweise wie Besitzer- oder Hoftierarztgespräche beinhalten, im Archiv einzeln ausgewertet und in tabellarischer Form zusammengefasst. Hierfür wurde Microsoft Office Excel 2007® verwendet. Der Untersuchungszeitraum lag zwischen dem 1. September 2003 und dem 31. August 2013 und umfasste somit genau zehn Jahre. Ein zwei Tage altes Fleckviehkalb wurde ohne Behandlungsversuch eingeschläfert, da sowohl eine Fraktur des Metacarpus als auch des Femurs vorlag. Bei einem drei Tage alten Fleckviehkalb trat fünf Tage nach Beginn der konservativen Behandlung mittels Castverbandes einer Radiusfraktur eine Metatarsusfraktur auf, woraufhin das Tier eingeschläfert wurde. Diese Patienten erscheinen in allen Tabellen, in denen das Auftreten der einzelnen Frakturen am Knochen berücksichtigt wird, zweimal (pro betroffenem Knochen einmal). Auch die vier Tiere, bei denen eine beidseitige Fraktur des gleichen Knochens (3xMetacarpus, 1xFemur) vorlag, erscheinen in Tabellen, die das Auftreten von Frakturen an den einzelnen Knochen beschreiben doppelt. Somit ergibt sich in diesen Kapiteln eine Gesamtzahl von 208 Frakturen. In Auswertungen, die die Anzahl der Patienten betreffen, erscheinen diese Fälle nicht doppelt, weshalb die Gesamtzahl der Patienten dort 202 beträgt.

2 Allgemeines Vorgehen bis zur Diagnosestellung

2.1 Anamnese

Wichtiger Bestandteil der Anamnese war die Erfragung des Zeitpunktes und der Ursache der Frakturentstehung. Bei jungen Kälbern wurden Indizien wie die Art der Geburt (Zughilfe, unbeobachtete Geburt), der Ort der Geburt (Laufstall,

Abkalbebox, Anbindehaltung) und die Tatsache, ob das Tier seit der Geburt je die Gliedmaße belastet hatte, abgefragt. Bei älteren Tieren versuchten die Klinikmitarbeiter sich an Gegebenheiten wie der Aufstellungsart, der Durchführung zootechnischer Maßnahmen oder eventuell durchgeführter Transporte zu orientieren, um einen Hinweis auf die Entstehung des Traumas zu erlangen. Die Anamnese wurde jeweils vom diensthabenden Tierarzt der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung erhoben und an den behandelnden Orthopäden weitergegeben. Wenn dieser es für nötig hielt wurden die Befunde der Anamnese durch telefonische Rücksprache beim Besitzer ergänzt.

2.2 Allgemeinuntersuchung

Jedes Tier wurde einer standardisierten Eingangsuntersuchung durch einen diensthabenden Tierarzt unterzogen, welcher daraufhin von einem Orthopäden beraten wurde. In Abbildung 49 und 50 im Anhang sind die entsprechenden Untersuchungsprotokolle abgebildet. Die Therapieentscheidung wurde stets vom Orthopäden mit der meisten Erfahrung vor Ort getroffen. In den meisten Fällen handelte es sich dabei um dieselbe Person. Im Untersuchungszeitraum gab es an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung hierfür drei Chef- bzw. Oberärzte, die auf langjährige Erfahrung auf dem Gebiet der Frakturversorgung beim Rind zurückgreifen können. Alle chirurgischen Eingriffe wurden einem dieser Orthopäden durchgeführt, wobei es sich auch hierbei in den meisten Fällen um dieselbe Person handelte. Es wurden alle Organsysteme systematisch untersucht, die Gliedmaßen begutachtet und die Haltung des Tieres dokumentiert. Manche Tiere waren auf dem Heimatbetrieb vom Hoftierarzt sediert worden, was dazu führte, dass auf manche Untersuchungsschritte verzichtet werden musste, wenn diese nicht mehr sinnvoll erschienen. Dies betraf in einigen Fällen beispielsweise die Beurteilung des Stehvermögens, neurologische Untersuchungsschritte, Pansensaftentnahme, die Beurteilung des Saugreflexes oder die Beurteilung des Allgemeinbefindens. Alle Befunde wurden in der Patientenakte festgehalten und Abweichungen von physiologischen Werten dokumentiert. Soweit es möglich war, wurden die Tiere auf einer geeichten Waage gewogen und das Gewicht dokumentiert. Bei Tieren, bei denen dies nicht möglich war, schätzte der untersuchende Tierarzt das Gewicht und dokumentierte es in der Karteikarte. Für die Auswertung des Körpergewichts der Kälber (Kapitel

1.3 des Ergebnisteils) wurden die Kälber nach ihrem Gewicht in Schritten von 10 kg in vier Gruppen eingeteilt: Gewichtsgruppe 1: Kälber bis zu einem Gewicht von 35 kg, Gewichtsgruppe 2: Kälber mit einem Gewicht zwischen 35,1 kg und 45 kg, Gewichtsgruppe 3: 45,1 kg bis 55 kg und Gewichtsgruppe 4: Kälber mit einem Gewicht von mehr als 55 kg. Im Hinblick auf die Gewichtsverteilung des gesamten Patientenguts wurden in diesem Kapitel fünf Gruppen gebildet. Es wurde zwischen Tieren mit einem Gewicht von bis zu 55 kg, Tieren mit einem Gewicht zwischen 55,1 kg und 150 kg, Tieren mit einem Gewicht zwischen 150,1 kg und 300 kg, Tieren mit einem Gewicht zwischen 300,1 kg und 500 kg und Tieren mit einem Gewicht über 500 kg unterschieden.

2.3 Blutuntersuchung

Des Weiteren wurde bei allen Tieren am Tag der Klinikeinlieferung eine Blutgasanalyse, eine hämatologische und eine blutchemische Untersuchung durchgeführt. Für die Blutgasanalyse wurde das Gerät Rapidpoint 405® der Firma Siemens® verwendet, für die hämatologische und blutchemische Untersuchung das pocH-100iv Diff® Gerät der Firma Sysmex Cooperation®. Ein leeres Labordatenblatt mit allen Blutparametern, die an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung standardmäßig untersucht werden, findet sich im Anhang (Abb. 51). Für die statistische Auswertung der untersuchten Parameter wurden die Patienten in Gruppen eingeteilt. Hierbei wurde zwischen Werten unterschieden, die nach den Kriterien der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung auf gute oder schlechte Kolostrumversorgung schließen lassen. Patienten mit Werten die auf schlechte Kolostrumversorgung hindeuteten (GGT bis 200 U/l, GE bis 50 g/l) wurden der GGT-Gruppe 1 bzw. GE-Gruppe 1 zugeteilt. Tiere mit höheren Werten wurden der GGT-Gruppe 2 bzw. der GE-Gruppe 2 zugeteilt. In diese Auswertung gingen alle Frakturkälber ein, die bei Einlieferung nicht älter als eine Woche waren.

2.4 Spezielle Untersuchung

Bei der speziellen Untersuchung wurden die Tiere zunächst auf die vollständige Unversehrtheit der anderen Gliedmaßen untersucht. Dies geschah stets unter der Verantwortung eines Orthopäden mit der meisten klinischen Erfahrung in der Behandlung von Frakturpatienten. Die betroffene Gliedmaße wurde darauf näher untersucht. Hier ließen fehlende Belastung, umschriebene Schwellung,

Schmerzhaftigkeit, abnorme Beweglichkeit und Krepitation bereits auf das Vorhandensein einer Fraktur schließen. Während bei Frakturen der distalen Gliedmaßenabschnitte aufgrund abnormer Beweglichkeit und Krepitation die Diagnose Fraktur bereits klinisch relativ eindeutig gestellt werden konnte, war dies bei Oberarm- und Oberschenkelfrakturen oft nicht eindeutig, da die Frakturen hier unter dicken Muskelpaketen lagen. Um offene Frakturen zu erkennen und zur besseren Übersicht wurden die betroffenen Gliedmaßenabschnitte geschoren und gewaschen.

2.5 Radiologische Untersuchung

Zur Bestätigung und Dokumentation der Diagnose wurden i. d. R. Röntgenbilder in zwei senkrecht zueinander liegenden Ebenen angefertigt. Der Strahlengang war dabei je nach Gliedmaße und Lokalisation kranio-kaudal bzw. dorso-palmar bzw. dorso-plantar und medio-lateral oder latero-medial. Die Tiere waren für diese Untersuchungen in der Regel sediert, um das Handling zu erleichtern und um eine bessere Qualität der Röntgenbilder zu gewährleisten. Außerdem sollten den Patienten dadurch unnötiger Stress und Schmerzen erspart werden. Bei Frakturen am Femur wurden stets Röntgenbilder in medio-lateralem Strahlengang angefertigt, wobei die betroffene Gliedmaße unten lag (siehe Abbildung 2). Durch diese beiden Aufnahmen wurde die Diagnose abgesichert und Lokalisation, Komplexität und Art der Fraktur beurteilt. Bei dem verwendeten Röntgengerät handelte es sich um ein „Optitop-Gerät®“ der Firma Siemens® mit der Modellnummer 06869. In einigen Fällen wurden Röntgenbilder im Stall oder im Operationssaal angefertigt. Hierfür wurde ein mobiles Röntgengerät Mobilett XP® der Firma Siemens® mit der Modellnummer 01818363 verwendet. Alle Röntgenbilder an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung wurden mittels digitalem Röntgen angefertigt.

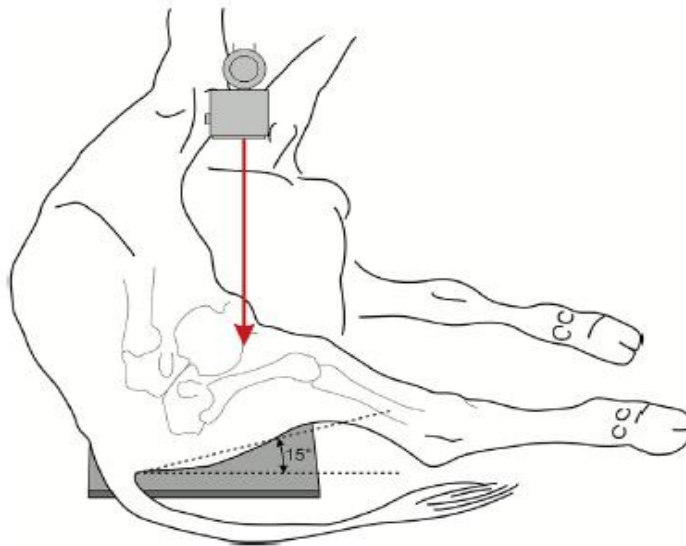


Abbildung 2: Lagerung für medio-laterale Röntgenaufnahme des Femurs beim sedierten Kalb (KOFER et al., 2014)

2.6 Lokalisation und Klassifikation der Fraktur

Zur genaueren Beschreibung und um spätere Vergleiche zu erleichtern, wurden die Frakturen im Rahmen dieser Untersuchung anhand ihrer Lokalisation und ihres Typs klassifiziert. Dies erfolgte in Anlehnung an das Klassifikationssystem von UNGER et al. (1990) und dessen Modifikation zur Anpassung an die Gegebenheiten beim Großtier durch AUER et al. (1993). Die in diesen beiden Klassifikationssystemen vorgenommene anatomische Einteilung in drei Bereiche (proximal, diaphysär, distal) wurde hier allerdings in Anlehnung an die Arbeit von SPIEB (2004) auf fünf Abschnitte erweitert (siehe Tabelle 4 im Literaturteil). So wurden die Knochen in dieser Untersuchung in die proximale und distale Epiphyse, die proximale und distale Metaphyse und die Diaphyse unterteilt. Dies gewährleistete eine genauere Lokalisation der Frakturen. Zusätzlich wurde der Verlauf der Frakturlinie dokumentiert und in Quer-, Schräg-, Spiral- oder Trümmerfraktur eingeteilt. Epiphysenfugenfrakturen wurden anhand des Schemas nach SALTER und HARRIS (1963) eingeteilt.

3 Frakturbehandlung und Heilungsverlauf

3.1 Allgemeines

Nach Diagnosestellung erörterte der diensthabende Orthopäde mit dem Besitzer die Therapiemöglichkeiten und -kosten. Hierbei eigneten sich besonders geschlossene Frakturen des Röhrebeins für konservative Behandlungen mittels

Castverbänden, wohingegen komplizierte Frakturen und Frakturen an proximaleren Gliedmaßenabschnitten in der Regel eine chirurgische Frakturversorgung benötigten. In einigen Fällen wurden auch Frakturen des Zeugopodiums mit Castverbänden versorgt. Dies ist allerdings nur bei Frakturen im distalen Knochenkompartiment möglich. Gründe von einer Behandlung abzusehen waren wirtschaftliche Aspekte oder eine schlechte Prognose (z. B. bei später Einlieferung, offenen Frakturen, multiplen Frakturen oder schwerwiegenden Begleiterkrankungen). Die Entscheidung, ob ein Behandlungsversuch unternommen werden sollte, lag beim Tierbesitzer. Wünschte dieser eine Behandlung, so wurde diese schnellstmöglich eingeleitet und in der Regel spätestens am nächsten Tag durchgeführt. Bis dahin wurden die Tiere einzeln auf Stroh aufgestellt und, wenn möglich mittels Robert-Jones-Verbänden erstversorgt, um einer weiteren Traumatisierung bis zur endgültigen Behandlung vorzubeugen. Nach der Frakturbehandlung wurden die Tiere in Einzelboxen untergebracht und bis zur Erlangung eines weitgehend ungestörten Allgemeinbefindens einer intensiven postoperativen Überwachung und Therapie unterzogen (z. B. Wärmelampe, intravenöse Infusion). Als Einstreu dienten dabei Stroh oder Sägespäne. Kälber, die nicht in der Lage waren selbstständig aufzustehen, mussten viermal täglich aufgestellt werden. Diese Maßnahme wurde stets von zwei Personen während der Morgenuntersuchung und bei jeder Tränkung durchgeführt. Alle chirurgisch behandelten Tiere erhielten zusätzlich eine antibiotische und antiphlogistische Therapie. Als Antibiotika wurden in den meisten Fällen Cefquinom (1 mg/kg KGW s. c.) oder Penicillin-G-Natrium (20'000 IE/kg KGW i. v.) oder beides verwendet. In einem Fall wurde Enrofloxacin (2,5 mg/kg KGW s. c.) und in drei Fällen Amoxicillin-Natrium (10 mg/kg KGW i. v.) verwendet. Als Analgetikum dienten Ketoprofen (3 mg/kg KGW i. v.) oder Meloxicam (0,5 mg/kg KGW i. v.). Während des Klinikaufenthalts wurden die Tiere täglich einer Allgemeinuntersuchung unterzogen.

3.2 Konservative Behandlung

In den Fällen, in denen eine Ruhigstellung der Fraktur durch äußere Fixatoren möglich war, wurde in der Regel die konservative Behandlung bevorzugt (stabilisierende Kunstharzverbände oder Thomas-Schiene). Dies war der Fall bei Frakturen des Röhrlbeines und bei Frakturen am distalen Zeugopodium (ADAMS,

1985; ANDERSON und ST. JEAN, 2008), wenn nach Reposition eine genügende Abstützung der Hauptfragmente gewährleistet werden konnte (STEINER, 2002). Da die oben genannten Gliedmaßenabschnitte nicht von dicken Muskelpaketen bedeckt sind, ist dort in der Regel eine stabile äußere Ruhigstellung mit Castverbänden möglich, die dem Tier die nötige Bewegungsfreiheit lässt. Stellte sich die Fraktur jedoch als offen dar, wurde auch bei Frakturen dieser Knochen eine chirurgische Frakturversorgung bevorzugt. Bei Tieren, deren Frakturen bereits Heilungstendenz zeigten, wurde in Ausnahmefällen eine Behandlung mittels Stallruhe durchgeführt, wenn der Besitzer keine aufwändige Therapie wünschte.

Bei der konservativen Behandlung mittels Kunstharzverbänden wurde zwischen Casts, Walking Casts und blutigen Walking Casts unterschieden. Die Fraktur wurde hierfür unter Allgemeinanästhesie des Tieres (0,2 mg/kg KGW Xylazin i. m. und 2,5 mg/kg KGW Ketamin i. v.) reponiert. Ein stabilisierender fester Stützverband mit Watte und elastischen Bandagen wurde angelegt. Darüber folgte eine stabilisierende Trennschicht aus Krepppapier. Schließlich wurde ein selbstpolymerisierender Kunstharzverband angebracht. Hierbei wurde besonders darauf geachtet, dass keine Impressionen durch die Finger der fixierenden Person zurückblieben, da diese zu Druckstellen und verminderter Stabilität führen können. In der Regel wurden in diesen Verband beide benachbarten Gelenke einbezogen. Bei einigen seltenen Fällen bei schweren Tieren mit Salter-Harris-Frakturen, in denen ein unblutiger Walking-Cast am Metatarsus angebracht wurde, wurde auf die Einbeziehung des proximalen Gelenkes zugunsten besserer Beweglichkeit und einfacheren Aufstehens des Tieres verzichtet. Dies ist bei stabilen distalen Röhreinfrakturen möglich und mindert an der Hintergliedmaße den Druck auf den M. tibialis cranialis, der durch den proximalen Rand des Casts entsteht.

3.3 Chirurgische Behandlung

Alle operativen Eingriffe fanden unter Allgemeinanästhesie und nach präoperativer Verabreichung von Analgetika und eines Antiinfektivums statt (siehe Abschnitt 3.1). Die Patienten wurden mit Xylazin (0,2 mg/kg KGW i. m.) sediert. Danach wurde ihnen Ketamin (2,5 mg/kg KGW i. v.) über eine Ohrbraunüle verabreicht. Nach Intubation wurde die Narkose mit Isofluran 1,2 % unterhalten. Bevor die Reposition vorgenommen wurde, reinigte der Operateur

das Frakturgebiet von Frakturhämatom, kleineren Knochensplittern und nekrotischem Material. Zu diesem Zeitpunkt wurde auch eine Tupferprobe für eine bakteriologische Untersuchung entnommen. Danach erfolgte die Reposition. Hierfür wurde bei Bedarf ein Flaschenzug verwendet, um ineinander geschobene Frakturenenden bei starker Muskelkontraktion reponieren zu können. Die reponierte Fraktur wurde dann mit Knochenzangen in Position gehalten und mittels Implantaten fixiert. Während Schraubenlöcher in den Knochen gebohrt wurden, wurde stets mit steriler Kochsalzlösung gespült, um Bohrer und Knochen zu kühlen. Anschließend wurde das Frakturgebiet großzügig mit LAVANID® 1 Wundspüllösung (Polyhexanid; Fa. SERAG-WIESSNER GmbH & Co. KG) gespült. Schließlich wurde die Muskulatur mit einem resorbierbaren Safil® Faden, die Unterhaut mit einem resorbierbaren Monosyn® Faden und die Haut mit einem Dagrofil® Faden der Firma Braun® verschlossen.

Die Zugänge für die interne Fixierung durch Plattenosteosynthesen oder Schrauben wurden entsprechend der betroffenen Knochen gewählt. Der Zugang zum Humerus erfolgte dabei von kranial. Bei Radius- und Ulnafrakturen wurde von medial oder craniolateral zugegangen und beim Os femoris von lateral. Frakturen der Tibia wurden von medial versorgt. Der Zugang zum Röhrlbein wurde von dorsomedial oder dorsolateral gewählt. Diese chirurgischen Zugänge entsprechen den Empfehlungen von TROSTLE (2004). Die verwendeten Platten und Schrauben entstammen alle dem System der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO). In der Regel wurden Locking Compression Plates (LCP), Dynamic Compression Plates (DCP) oder eine Kombination aus beiden verwendet. Die LCP-Technik wurde ab dem Jahr 2009 an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung vorwiegend verwendet.

Nachdem die Fraktur versorgt worden war, wurden ein zweites Mal Röntgenbilder bei gleichem Strahlengang angefertigt. Diese Röntgenbilder dienten der Feststellung des Repositionsergebnisses und der Lage eingebrachter Implantate.

4 Bewertung des Heilungsverlaufs

Die Frakturheilung wurde sowohl klinisch als auch radiologisch dokumentiert. So wurden die Tiere täglich im Zuge der Allgemeinuntersuchung mit besonderem Augenmerk auf die Belastung der Gliedmaße, vorhandene Operationswunden

oder den Sitz von stabilisierenden Cast-Verbänden klinisch untersucht und die Untersuchungsergebnisse in der Patientenakte festgehalten. Auch im weiteren Heilungsverlauf wurden, wenn dies vom behandelnden Tierarzt für nötig erachtet wurde, zu nicht standardisierten Zeitpunkten radiologische Kontrollen durchgeführt, um den Verlauf der Heilung und den Sitz von Verbänden oder Implantaten zu kontrollieren. In den meisten Fällen fanden diese Röntgenkontrollen bei chirurgischen Behandlungen etwa zwei Wochen und bei konservativen Behandlungen etwa drei Wochen nach Erstbehandlung beim ersten Castwechsel statt.

5 Implantatentfernung

Die Besitzer wurden stets aufgefordert, das Tier nach stabiler Frakturheilung zur Implantatentfernung wieder vorzustellen. Hierfür wurde ein Zeitraum von etwa dreieinhalb Monaten nach Einbringung des Implantats anberaumt, nach welchem die Besitzer das Tier erneut an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung vorstellen sollten. Bevor die Implantate entfernt wurden, vergewisserten sich die zuständigen Tierärzte, dass die Fraktur ausreichend gut verheilt war. Hierfür wurde das Tier einer klinischen und einer radiologischen Untersuchung unterzogen. Die Implantatentfernung ist aus medizinischer Sicht indiziert, da im Knochen verbleibende Implantate mit der Zeit in den Knochen inkorporiert werden können und in der Folge eine Schwachstelle am Knochen darstellen können (NUSS, 2014). Ein weiterer Grund für die Entfernung ist die Verletzungsgefahr für Schlachthofmitarbeiter und Verbraucher, die von einem Implantat am Knochen bei Zerlegung oder Verzehr ausgehen kann. Aus diesem Grund mussten die Besitzer ein Formblatt unterzeichnen, in dem sie sich dazu verpflichteten, das Implantat entweder wieder entfernen zu lassen oder die Schlachthofbetreiber auf das vorhandene Implantat hinzuweisen, sodass diese entsprechende Vorsichtsmaßnahmen treffen konnten. Bei Wiedervorstellung des Tieres in der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung wurde der Durchbau der Fraktur zunächst klinisch und dann radiologisch begutachtet. Zur Implantatentfernung wurde das Tier wie bei der ersten Operation in Vollnarkose verbracht. Der Zugang erfolgte gleich wie bei der Einbringung des Implantats.

6 Spätkontrolle

Aufgrund des retrospektiven Charakters der vorliegenden Untersuchung wurde die Spätkontrolle telefonisch im Rahmen einer Besitzerbefragung durchgeführt (siehe Anhang Abbildung 52). Hierbei wurden Besitzer aller Patienten, die im Zeitraum zwischen dem 1.1.2008 und dem 31.8.2013 eingeliefert wurden und wieder auf ihren Heimatbetrieb entlassen werden konnten, telefonisch kontaktiert und zur weiteren Entwicklung des Tieres befragt. Die Erhebung dieser Befunde fand frühestens sechs Monate nach Erstvorstellung des Tieres statt. Zu diesem Zeitpunkt war bei den Tieren, die zur Implantatentfernung vorgestellt wurden, das Implantat bereits entfernt worden. Es wurde besonderes Augenmerk auf Gliedmaßenbelastung und Gliedmaßenstellung gelegt. Auch die Leistung im Vergleich zu den Altersgenossen war von Interesse. Bei Tieren, die den Betrieb bereits verlassen hatten, wurden der Grund und der Zeitpunkt des Abgangs dokumentiert. Auch die Zufriedenheit des Besitzers mit Behandlungsergebnis und Behandlungsverlauf war Teil der Befragung. Hierzu wurde die Tatsache, ob der Besitzer wieder ein Tier mit vergleichbarer Verletzung in die Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung bringen würde, als entscheidendes Kriterium gewertet.

Zur statistischen Auswertung wurden die Ergebnisse der Fragebögen in einer Excel® Tabelle zusammengefasst.

7 Retrospektive Auswertung der Röntgenbilder

Üblicherweise wurden die Patienten direkt nach Einlieferung in die Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung radiologisch anhand von Röntgenbildern in mindestens zwei Ebenen untersucht. In wenigen Fällen wurde aus Kostengründen auf die radiologische Untersuchung verzichtet, wenn aufgrund der klinischen Untersuchung eine infauste Prognose gestellt wurde. Tiere von denen keine Röntgenbilder vorlagen oder die radiologischen Befunde nicht entsprechend in der Karteikarte dokumentiert waren, flossen nicht in die retrospektive Auswertung der Röntgenbilder ein. Für andere Untersuchungsparameter (Alter, Gewicht, Ursache etc.) wurden allerdings auch diese Patienten berücksichtigt. Die vorhandenen Röntgenbilder aller Patienten wurden im Rahmen dieser Studie nochmals evaluiert, um die Frakturen genauer klassifizieren zu können. Dazu wurde das Klassifikationssystem von UNGER et

al. (1990) modifiziert nach AUER et al. (1993) und SPIEB (2004) verwendet.

Des Weiteren wurden die Röntgenbilder, die nach Reposition und Frakturversorgung angefertigt wurden, evaluiert. Hierbei wurde besonders auf das Repositionsergebnis geachtet. Die Fragmentverschiebung nach der Reposition wurde dabei in Anlehnung an STEINER et al. (1993) in Units quantifiziert. Hierbei entsprach ein Unit der Dicke der Kortikalis an ihrer breitesten Stelle. So wurde bei Frakturen der Diaphyse die Fragmentverschiebung wie folgt evaluiert: Gut ($\leq 0,5$ Units), mäßig (0,51 - 1 Units), schlecht (> 1 Unit). Bei Frakturen an den Knochenenden konnte der doppelte Wert toleriert werden, da hier die Knochenrinde im Vergleich zur Knochendicke deutlich dünner ist. Der Frakturspalt wurde in Millimetern an der weitesten Stelle gemessen. Ein Wert von $\leq 0,5$ mm wurde als gut, von 0,51-1 mm als mäßig und von > 1 mm als schlecht evaluiert. Alle Messungen wurden mittels des Röntgenprogrammes GEMED-PACS® der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung vorgenommen. Der verwendete Abbildungsfaktor hierfür betrug für dorsopalmare/dorsoplantare bzw. kraniokaudale Aufnahmen 1,03 und für laterolaterale Aufnahmen 1,04. Der Abbildungsfaktor wurde stellvertretend für alle Aufnahmen anhand eines Röntgenbildes in zwei Ebenen eines Metatarsus erstellt. Hierfür wurde ein exakt 10 cm langes Metallstück parallel auf den Knochen gelegt und dieser standardmäßig geröntgt. Später wurde die entsprechende Verschattung im Bild mit einem Abbildungsfaktor von 1 nachgemessen. Der Abbildungsfaktor für diese Arbeit wurde aus dem Quotienten der gemessenen Länge gegenüber der tatsächlichen Länge errechnet. Die Daten der radiologischen Auswertung wurden für die statistische Auswertung tabellarisch mit Microsoft Office Excel 2007® zusammengefasst.

8 Statistische Analyse

Alle untersuchten Parameter wurden zunächst deskriptiv wiedergegeben. Hierzu wurde der Median berechnet, da dieser Ausreißern gegenüber robuster ist als der arithmetische Mittelwert. Zusammenhänge wurden durch Kreuztabellen dargestellt. Danach wurde geprüft, ob statistisch ein signifikanter Unterschied bestand. Hierfür wurde in den meisten Fällen der Chi-Quadrat-Test verwendet. Dieser wurde mit Hilfe von Microsoft Office Excel 2007® durchgeführt. Wenn aufgrund geringer Fallzahlen der Chi-Quadrat-Test nicht angewandt werden

konnte, wurde der Fisher-Test angewandt. Dieser wurde mit Hilfe der Freeware R Version 3.1.2 berechnet. Bei stetigen Größen wurde zur Feststellung der Signifikanz der Mann-Whitney-U-Test angewandt. Hierfür wurde eine Online-Freeware von social science statistics® verwendet. Als signifikant galten p-Werte, die kleiner als 0,05 waren. Werte, die kleiner waren als 0,1 aber nicht kleiner als 0,05 wurden als tendenziell signifikant gewertet. Da es sich bei den Tieren der retrospektiven Studie, wie in den meisten klinischen Studien, um eine sehr inhomogene Gruppe handelte, wurden in einigen Kapiteln des Ergebnisteiles Gruppen gebildet.

IV ERGEBNISSE

1 Patienten

1.1 Betroffene Knochen

Zwischen September 2003 und August 2013 wurden 202 Tiere mit insgesamt 208 Frakturen langer Röhrenknochen in die Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der LMU München eingeliefert.

Die genaue Verteilung der Frakturen auf die einzelnen Knochen ist Tabelle 8 zu entnehmen.

In 103 Fällen war die linke Gliedmaße betroffen, in 97 Fällen die rechte, bei vier Patienten lag eine beidseitige Fraktur des gleichen Knochens vor. Hierbei handelte es sich im ersten Fall um eine beidseitige Femurfraktur bei einem neugeborenen Kalb, das ohne Behandlung eingeschläfert wurde. Der zweite Fall betraf ein neugeborenes Fleckviehkalb, das im Laufe der Geburt eine beidseitige Schrägfraktur der distalen Metaphyse des Metacarpus erlitten hatte. Die Fraktur der linken Gliedmaße stellte sich als offene Fraktur dar. Aufgrund des guten Allgemeinbefindens des Tieres wurde auf ausdrücklichen Wunsch des Besitzers eine Behandlung mittels Castverbänden begonnen, obwohl die behandelnden Tierärzte aus medizinischer Sicht davon abgeraten hatten. Als jedoch nach 25 Tagen ein Ringsequester im Frakturgebiet der linken Gliedmaße festgestellt wurde, musste die Behandlung abgebrochen und das Kalb eingeschläfert werden. Ein drittes Fleckviehkalb, das mit einer beidseitigen Splitterfraktur des Metacarpus eingeliefert wurde, verstarb einen Tag nach Therapiebeginn mittels Castverbänden. Auch hier hatte der Besitzer entgegen der Empfehlung der Tierärzte einen Behandlungsversuch gewünscht, obwohl bereits bei Einlieferung bei der klinischen Untersuchung schwerwiegende Begleiterkrankungen (Ikterus, Rippenserienfraktur, Lungenödem, Hypoglobulinämie und ein Leberschaden) festgestellt worden waren. Dies wurden später durch die Befunde der Sektion bestätigt. Der vierte Fall betraf ein vier Monate altes Fleckviehkalb, das mit einer beidseitigen Fraktur des Metacarpus eingeliefert wurde. Die Fraktur bestand bereits seit fünf Tagen und es wurde von einem Behandlungsversuch abgesehen. Ein zwei Tage altes Fleckviehkalb wurde ohne Behandlungsversuch

eingeschläfert, da sowohl eine Fraktur des Metacarpus als auch des Femurs vorlag. Bei einem drei Tage alten Fleckviehkalb trat fünf Tage nach Beginn der konservativen Behandlung mittels Castverbandes einer Radiusfraktur eine Metatarsusfraktur auf, woraufhin das Tier eingeschläfert wurde. Tabelle 8 zeigt die genauen Fallzahlen der Frakturen bezogen auf die betroffenen Knochen. Hier sind alle Frakturen (n=208) berücksichtigt.

Tabelle 8: Verteilung der 208 Frakturen bei 202 Rindern auf die einzelnen Knochen

Gliedermaße	Frakturen	
	Anzahl	% der Gesamtzahl
Vordergliedmaße	80	38,5
Humerus	7	3,4
Antebrachium	12	5,8
Metacarpus	61	29,3
Hintergliedmaße	128	61,5
Femur	53	25,5
Tibia	30	14,4
Metatarsus	45	21,6
Gesamt	208	100,0

1.2 Alter der Tiere bei Einlieferung

Tiere in einem Alter von bis zu zwei Wochen stellten den größten Anteil an mit Frakturen eingelieferten Tieren (134 Tiere (66,3 %) mit 139 Frakturen). Bei 32 Patienten (15,8 %) ereigneten sich 33 Frakturen im Alter zwischen 15 Tagen und einem Jahr (einmal beidseitige Metacarpusfraktur) und 36 Patienten (17,8 %) waren bereits älter als ein Jahr. In der Gruppe der Kälber im Alter von bis zu zwei Wochen lag das mediane Alter bei Einlieferung bei einem Tag. Bei der Gruppe der Tiere zwischen 15 Tagen und einem Jahr lag es bei 183 Tagen und in der Gruppe der Tiere, die älter als ein Jahr waren, bei 676 Tagen. Tabellen 9-11 zeigen die betroffenen langen Röhrenknochen bei den verschiedenen Altersgruppen.

Tabelle 9: Lokalisation von 139 Frakturen langer Röhrenknochen bei 134 Kälbern im Alter von bis zu zwei Wochen

Gliedmaße	Frakturen	
	Anzahl	% der Gesamtzahl
Vordergliedmaße	45	32,4
Humerus	1	0,7
Antebrachium	10	7,2
Metacarpus	34	24,5
Hintergliedmaße	94	67,6
Femur	38	27,3
Tibia	27	19,4
Metatarsus	29	20,9
Gesamt	139	100,0

Tabelle 10: Lokalisation von 33 Frakturen langer Röhrenknochen bei 32 Junggrindern im Alter von 15 Tagen bis zu einem Jahr

Gliedmaße	Frakturen	
	Anzahl	% der Gesamtzahl
Vordergliedmaße	19	57,6
Humerus	3	9,1
Antebrachium	0	0,0
Metacarpus	16	48,5
Hintergliedmaße	14	42,4
Femur	6	18,2
Tibia	3	9,1
Metatarsus	5	15,2
Gesamt	33	100,0

Tabelle 11: Lokalisation von 36 Frakturen langer Röhrenknochen bei 36 Rindern im Alter von über einem Jahr

Gliedmaße	Frakturen	
	Anzahl	% der Gesamtzahl
Vordergliedmaße	16	44,4
Humerus	3	8,3
Antebrachium	2	5,6
Metacarpus	11	30,6
Hintergliedmaße	20	55,6
Femur	9	25,0
Tibia	0	0,0
Metatarsus	11	30,6
Gesamt	36	100,0

Die Medianwerte des Alters bezogen auf die einzelnen Knochen stellten sich zum Teil sehr unterschiedlich dar. Hier wich der Medianwert für den Humerus mit 340 Tagen deutlich von den Werten der anderen Knochen ab. So lagen die Werte für Antebrachium und Tibia bei zwei, die Werte für Femur und Metacarpus bei vier und der Wert für den Metatarsus bei drei Tagen. Genauere Informationen zur Altersverteilung sind Tabelle 12 zu entnehmen. Betrachtet man nur die Altersverteilung bei der Gruppe der Kälber bis zum Alter von zwei Wochen, so stellt man fest, dass bei den meisten Tieren (122) die Fraktur bereits am ersten Lebenstag entstanden war. Am ersten Lebenstag eingeliefert wurden 30 Patienten. Die prozentuale Verteilung hierzu ist in Abbildung 3 graphisch dargestellt.

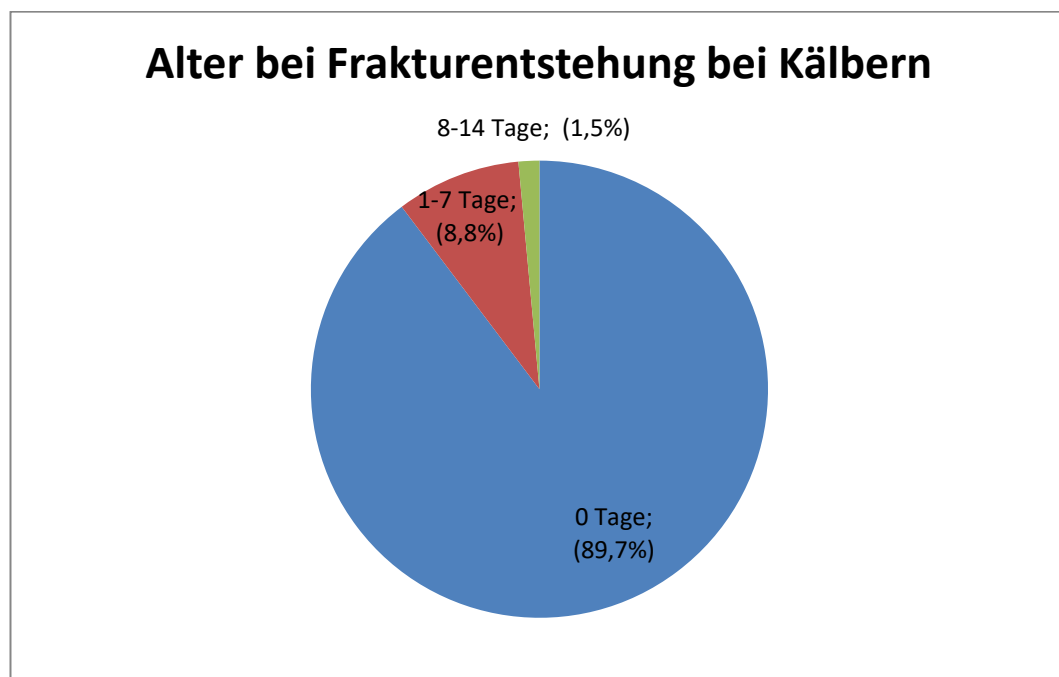


Abbildung 3: Alter bei Frakturentstehung von 136 Kälbern mit Frakturen der langen Röhrenknochen im Alter von bis zu zwei Wochen

Tabelle 12: Alter von 202 Rindern mit Frakturen langer Röhrenknochen bei Einlieferung in die Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung

Alter	Anzahl der Patienten	prozentualer Anteil
0 Tage	30	14,9
1 Tag	39	19,3
2 Tage	22	10,9
3 Tage	16	7,9
4 Tage	12	5,9
5 Tage	5	2,5
6 Tage	3	1,5
7 Tage	0	0,0
8-14 Tage	7	3,5
15-30 Tage	2	1,0
31-60 Tage	3	1,5
61-90 Tage	2	1,0
91-120 Tage	5	2,5
121-150 Tage	2	1,0
151-180 Tage	2	1,0
181-210 Tage	5	2,5
211-240 Tage	1	0,5
241-270 Tage	2	1,0
271-300 Tage	2	1,0
301-330 Tage	3	1,5
331-364 Tage	3	1,5
1-2 Jahre	21	10,4
>2-3 Jahre	10	5,0
>3-4 Jahre	4	2,0
>4-5Jahre	0	0,0
älter als 5 Jahre	1	0,5
insgesamt	202	100,0

1.3 Gewicht der Patienten

Von den 139 Frakturen bei Kälbern im Alter von bis zu zwei Wochen lagen 15 Frakturen (10,8 %) bei Patienten vor, die maximal 35 kg wogen (Gewichtsgruppe 1). In dieser Gewichtsgruppe erscheint das Tier mit Radius- und Metatarsusfraktur doppelt (jeweils einmal pro betroffenem Knochen). Am zweithäufigsten waren Frakturen bei Tieren mit einem Gewicht zwischen 35,1 kg und 45 kg (Gewichtsgruppe 2, in dieser Gewichtsgruppe befindet sich das Kalb mit beidseitiger Femurfraktur) (42 Frakturen; 30,2 %) und am häufigsten lagen Frakturen bei Patienten der Gewichtsgruppe 3 vor (63 Frakturen; 45,3 %), diese wogen zwischen 45,1 kg und 55 kg (in dieser Gewichtsgruppe befinden sich zwei

Kälber mit beidseitiger Metacarpusfraktur). Mehr als 55 kg (Gewichtsgruppe 4) wogen 18 Tiere mit 19 Frakturen (13,7 %). Darunter befindet sich das Tier, das mit Metacarpus- und Femurfraktur eingeliefert wurde. Bei dem schwersten Patienten in dieser Gewichtsgruppe handelte es sich um ein 70 kg schweres Charolaiskalb mit einer Femurfraktur. Die genaue Verteilung auf die einzelnen Knochen, sowie die Häufigkeit der Behandlungen und deren Erfolg in den einzelnen Gewichtsgruppen ist Tabelle 13 zu entnehmen. Im Chi Quadrat Test konnte kein signifikanter Einfluss des Gewichts auf die Erfolgsquote der Behandlungen bei Frakturkälbern festgestellt werden ($p=0,895$). Bei näherer Unterscheidung zwischen konservativen und chirurgischen Behandlungsmethoden konnte kein signifikanter Einfluss des Körpergewichts auf den Therapieerfolg festgestellt werden (konservativ: $p=0,742$; chirurgisch: $p=1,0$). Die genauen Zahlen zu den einzelnen Knochen im Hinblick auf die Behandlungsmethode sind Tabellen 15 und 16 zu entnehmen.

Betrachtet man das gesamte Patientengut, so fällt auf, dass mehr als die Hälfte der Patienten (57,7 %) nicht mehr als 55 kg wogen. Am zweithäufigsten (15,7 %) waren Tiere mit einem Gewicht zwischen 55,1 kg und 150 kg betroffen. Die Verteilung auf die übrigen drei Gruppen (150,1 kg-300 kg; 300,1 kg-500 kg; >500 kg) war sehr ausgeglichen und lag zwischen 7,7 % und 10,1 %. Die genauen Fallzahlen und die Verteilung auf die einzelnen Knochen sind Tabelle 14 zu entnehmen. Auf eine Aussage zur Signifikanz wurde aufgrund der inhomogenen Verteilung der Patienten auf die einzelnen Gruppen und die damit verbundenen geringen Fallzahlen in einigen Gruppen verzichtet.

Tabelle 13: Therapieausgang im Hinblick auf das Gewicht von 139 Frakturen langer Röhrenknochen bei 134 Kälbern im Alter von bis zu zwei Wochen; prozentuale Angaben beziehen sich auf die vorhergehende Spalte

	Gewicht der Patienten im Alter von maximal 14 Tagen											
	≤ 35 kg			35,1-45 kg			45,1-55 kg			schwerer als 55 kg		
Knochen	gesamt	behandelt	geheilt	gesamt	behandelt	geheilt	gesamt	behandelt	geheilt	gesamt	behandelt	geheilt
Humerus	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Antebrachium	1	1	0	3	3	0	5	4	3	1	1	1
Metacarpus	2	1	1	9	8	6	19	16	12	5	4	3
Femur	2	1	1	10	8	6	17	14	5	9	5	2
Tibia	2	1	0	12	8	3	10	7	6	3	2	1
Metatarsus	8	6	4	8	6	6	11	11	10	1	1	1
Summe	15	10	6	43	34	22	62	52	36	19	13	8
		(66,7 %)	(60,0 %)		(78,0 %)	(65,6 %)		(84,1 %)	(69,8 %)		(65,0 %)	(61,5 %)

Tabelle 14: Therapieausgang im Hinblick auf das Gewicht von 208 Frakturen langer Röhrenknochen bei 202 Rindern; prozentuale Angaben beziehen sich auf die vorhergehende Spalte

	Gewicht aller Frakturpatienten														
	≤ 55 kg			55,1-150 kg			150,1-300 kg			300,1-500 kg			schwerer als 500 kg		
Knochen	ges.	beh.	geh.	ges.	beh.	geh.	ges.	beh.	geh.	ges.	beh.	geh.	ges.	beh.	geh.
Humerus	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	0	0	2	0	0
Antebrachium	9	7	3	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Metacarpus	30	25	19	10	5	4	8	7	7	9	6	6	4	3	3
Femur	29	23	12	10	7	3	5	4	1	3	0	0	6	0	0
Tibia	24	16	9	5	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Metatarsus	27	23	20	6	3	3	2	2	2	7	7	6	3	1	1
Summe	120	95	64	33	21	14	18	14	11	21	14	13	16	4	4
	(79,2 %)		(67,4 %)	(63,6 %)		(66,7 %)	(77,8 %)		(78,6 %)	(66,7 %)		(92,6 %)	(25,0 %)		(100,0 %)

Tabelle 15: Therapieausgang im Hinblick auf das Gewicht von 55 konservativ behandelten Frakturen bei 53 Kälbern im Alter von bis zu zwei Wochen, prozentuale Angaben beziehen sich auf die vorangehende Spalte

	Gewicht der konservativ behandelten Frakturkälber							
	≤ 35 kg		35,1 kg - 45 kg		45,1 kg - 55 kg		>55 kg	
	behandelt	geheilt	behandelt	geheilt	behandelt	geheilt	behandelt	geheilt
Knochen								
Humerus	0	0	0	0	0	0	0	0
Antebrachium	1	0	1	0	0	0	0	0
Metacarpus	1	1	8	6	16	12	4	3
Femur	0	0	0	0	0	0	0	0
Tibia	0	0	0	0	0	0	0	0
Metatarsus	6	4	6	6	11	10	1	1
Gesamt	8	5 (62,5 %)	15	12 (75,0 %)	27	22 (81,5 %)	5	4 (80,0 %)

Tabelle 16: Therapieausgang im Hinblick auf das Gewicht von 54 chirurgisch behandelten Frakturen bei 54 Kälbern im Alter von bis zu zwei Wochen, prozentuale Angaben beziehen sich auf die vorangehende Spalte

	Gewicht der chirurgisch behandelten Frakturkälber							
	≤ 35 kg		35,1 kg - 45 kg		45,1 kg - 55 kg		>55 kg	
	behandelt	geheilt	behandelt	geheilt	behandelt	geheilt	behandelt	geheilt
Knochen								
Humerus	0	0	1	1	0	0	0	0
Antebrachium	0	0	2	0	4	3	1	1
Metacarpus	0	0	0	0	0	0	0	0
Femur	1	1	8	6	14	5	5	2
Tibia	1	0	8	3	7	6	2	1
Metatarsus	0	0	0	0	0	0	0	0
Gesamt	2	1 (50,0 %)	19	10 (52,6 %)	25	14 (56,0 %)	8	4 (50,0 %)

1.4 Geschlecht der Frakturpatienten

Unter den 202 Patienten mit Frakturen der langen Röhrenknochen befanden sich 72 männliche (35,6 %) und 130 weibliche Tiere (64,4 %).

1.5 Rasseverteilung

In der vorliegenden Studie gehörte die Mehrheit der Tiere der Rasse deutsches Fleckvieh an. Weitere Rassen waren deutsche Schwarzbunte, Charolais, Braunvieh, Murnau-Werdenfelser, Wagyu und Kreuzungen. Die genaue Anzahl der verschiedenen Rassen ist Abbildung 4 zu entnehmen.

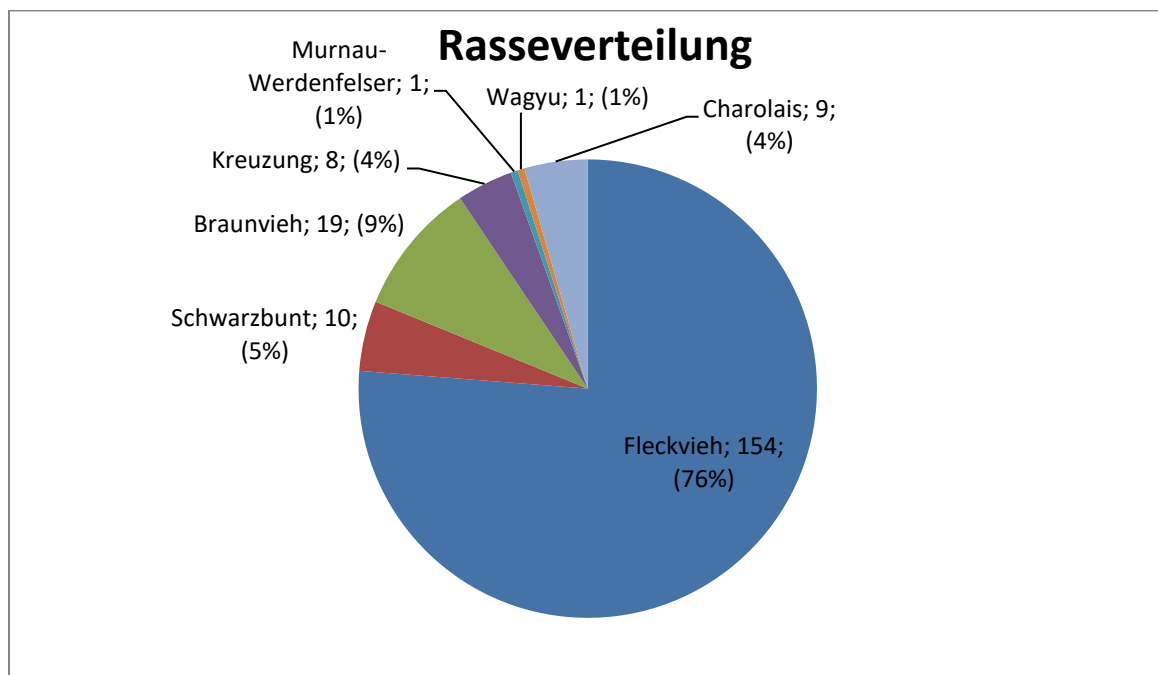


Abbildung 4: Rasseverteilung von 202 Rindern mit 208 Frakturen langer Röhrenknochen

1.6 Frakturursachen

1.6.1 Gesamtes Patientengut

Laut den vorliegenden Daten standen bei 120 Kälbern (59,4 % der Gesamtzahl) mit 124 Frakturen die Frakturursachen in direktem oder indirektem Zusammenhang mit dem Geburtsvorgang. In 59 Fällen (29,2 %) war die Ursache gänzlich unbekannt. Bei 23 Patienten (11,4 %) konnten Angaben zu einem anderen ursächlichen Trauma gemacht werden. Diese Gruppe war sehr vielfältig und wurde deshalb zusammengefasst. Die häufigsten Ursachen in dieser Gruppe standen im Zusammenhang mit der Aufstallung. Hier wurde beispielsweise das Hängenbleiben zwischen Stangen, Verkeilen am Mistschieber, das Treten in ein Loch oder in der Anbindehaltung das Treten in die Kette angeführt. Weitere Gründe waren Verletzungen

beim Brunstverhalten, Transporte oder der Austrieb auf die Weide. In einem Fall war die Fraktur während der Fixierung zur Klauenpflege entstanden.

1.6.2 Tiere in der Altersklasse bis zwei Wochen

Betrachtet man nur die 134 Tiere im Alter von bis zu zwei Wochen, so wird der Anteil der Patienten mit Frakturen, die im Zusammenhang mit der Geburt entstanden waren, deutlich größer (89,6 %) als bei Betrachtung des gesamten Patientengutes. Den größten Anteil machte die Gruppe der Kälber aus, bei denen die Geburt durch Zughilfe unterstützt worden war (65 Kälber, 48,6 %). Alle vier Patienten, die während der Geburt eine Fraktur an zwei Knochen erlitten hatten, befinden sich in dieser Gruppe. Hierbei war bei 32 Geburten der Einsatz eines mechanischen Geburtshelfers dokumentiert und insgesamt 43 Landwirte gaben an, dass es sich um eine Schweregeburt gehandelt hatte. In acht Fällen war der Hoftierarzt zur Geburtshilfe hinzugezogen worden. Davon betrafen sechs Fälle Frakturen des Femurs und zwei Fälle Frakturen der Tibia. Als zweithäufigste Ursache wurde die unbeobachtete Geburt genannt (48, 35,8 %). In 32 Fällen war auch der Ort der Geburt dokumentiert. Hierbei war die Hälfte der unbeobachteten Geburten im Laufstall erfolgt. Die anderen Orte waren Abkalbebox (6), Anbindehaltung (4) oder auf der Weide (6). In weiteren sieben Fällen (5,2 %) war beobachtet worden, dass die Fraktur durch einen Tritt des Muttertieres oder einer anderen Kuh entstanden war. In insgesamt sieben Fällen hatte es sich um Zwillingsgeburten gehandelt und in einem Fall einer Metatarsusfraktur lag eine Torsio uteri bei Hinterendlage vor, die vom Hoftierarzt mittels einer Torsionsgabel korrigiert wurde. In einem Fall einer Metacarpusfraktur wurde erst Geburtshilfe unter anderem vom Hoftierarzt geleistet und das Kalb schließlich per Kaiserschnitt entbunden. Diese Fälle wurden der Gruppe „Zughilfe“ zugeordnet. Bei einem Braunviehkalb (0,7 %) mit Femurfraktur wurden Missbildungen (Darmmissbildung, NMDC I, Schwanzmissbildung, Arhrogrypose der Gliedmaßen) für die Frakturentstehung verantwortlich gemacht. Ein anderweitiges Trauma wurde lediglich bei drei Tieren (2,2 %) beobachtet. Hierbei war ein Kalb in ein Loch im Stall getreten, ein weiteres war beim Umstallen verletzt worden und ein Tier erlitt zwei Tage nach der Geburt einen Tritt durch das Muttertier. In sechs Fällen (4,5 %) konnte die Ursache nicht geklärt werden, stand aber nicht im direkten Zusammenhang mit der Geburt. In vier weiteren Fällen (3,0 %) war die Genese gänzlich unbekannt. Die genaue Verteilung auf die einzelnen Knochen ist Tabelle 17 zu entnehmen.

Tabelle 17: Lokalisation und Ursache von 124 Frakturen der langen Röhrenknochen bei 120 Kälbern, deren Frakturen im Zusammenhang mit dem Geburtsvorgang standen

Knochen	Ursache		
	Zughilfe	unüberwachte Geburt	Trittverletzung
Humerus (0)	0	0	0
Radius (9)	3	6	0
Metacarpus (31)	21*	9	1
Femur (35)	32*	3	0
Tibia (27)	11	14	2
Metatarsus (22)	2	16	4
Gesamt (124)	69	48	7

* hier finden sich zwei Kälber mit beidseitiger Fraktur des Metacarpus, ein Kalb mit beidseitiger Fraktur des Femurs und ein Kalb mit je einer Fraktur von Femur und Metacarpus

Die Lage des Kalbes im Geburtsweg konnte retrospektiv in 38 Fällen nachvollzogen werden. Tabelle 18 ordnet diese den einzelnen frakturierten Knochen zu.

Tabelle 18: Lokalisation von 38 geburtsassoziierten Frakturen langer Röhrenknochen bei 38 Kälbern im Hinblick auf die Lage des Kalbes im Geburtsweg

Knochen	Lage im Geburtskanal	
	Vorderendlage	Hinterendlage
Metacarpus (8)	8	0
Femur (21)	12	9
Tibia (8)	0	8
Metatarsus (1)	0	1
Summe (38)	20	18

1.7 Zeitliches Auftreten

Im zehnjährigen Untersuchungszeitraum wurden Patienten mit Frakturen am häufigsten im Monat Mai eingeliefert, während es im Juni am seltensten zu Frakturen der langen Röhrenknochen kam (Tab. 19).

Tabelle 19: Übersicht über den Monat der Einlieferung von 202 Rindern mit 208 Frakturen der langen Röhrenknochen im Patientengut der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung

Monat	Altersklasse			gesamt
	≤ 2 Wochen	15 Tage bis 1 Jahr	> 1 Jahr	
Januar	11	4	6	20
Februar	17	2	2	21
März	13	4	5	22
April	12	1	3	16
Mai	13	4	9	25
Juni	4	2	2	8
Juli	13	7	1	21
August	9	1	0	10
September	9	1	4	14
Oktober	6	2	2	10
November	10	1	2	13
Dezember	17	3	0	20
Summe	134	32	36	202

Das Auftreten der Frakturen der langen Röhrenknochen in den einzelnen Jahren des Untersuchungszeitraums ist Tabelle 20 zu entnehmen.

Tabelle 20: Lokalisation von 208 Frakturen der langen Röhrenknochen bei 202 Rindern in den einzelnen Jahren des Untersuchungszeitraumes (1. September 2003 bis 31. August 2013)

Jahr	Knochen						gesamt
	Humerus	Antebrachium	Metacarpus	Femur	Tibia	Metatarsus	
2003*	0	0	2	0	0	0	2
2004	0	0	3	6	4	3	16
2005	2	2	6	6	2	4	22
2006	0	0	7	4	6	7	24
2007	0	0	7	5	2	6	20
2008	0	0	4	4	2	5	15
2009	0	1	9	6	3	4	23
2010	1	1	5	6	0	5	18
2011	0	6	6	9	3	5	29
2012	4	1	8	5	5	4	27
2013**	0	1	4	2	3	2	12
Summe	7	12	61	53	30	45	208

* 2003 begann der Untersuchungszeitraum erst im September

** 2013 endete der Untersuchungszeitraum im August

1.8 Nicht behandelte Tiere

Von den 202 vorgestellten Patienten wurden 50 nicht behandelt. In vielen Fällen war die vorsichtige Prognose in Kombination mit dem wirtschaftlichen Wert des Tieres ausschlaggebend dafür, dass von einer Behandlung abgesehen wurde. So war dies beispielsweise der Fall bei offenen Frakturen, wo die Prognose schlechter und die Behandlungskosten höher sind, als bei geschlossenen Frakturen. Des Weiteren wurde bei Tieren, die mit schwerwiegenden Begleiterkrankungen und weiteren Traumata eingeliefert wurden, des Öfteren vom Besitzer wegen der schlechten Prognose auf einen Behandlungsversuch verzichtet. So wurde auch bei multiplen Frakturen stets von einer Behandlung abgeraten. Wenn dennoch ein Behandlungsversuch unternommen wurde, geschah dies auf ausdrücklichen Wunsch des Besitzers (siehe Abschnitt 1.1). Da auch ein hohes Gewicht des Tieres eine Frakturbehandlung schwieriger, langwieriger und damit teurer macht, war auch dies ein Grund dafür, dass manche Besitzer keinen Behandlungsversuch wünschten. Bei jeweils einer adulten Kuh mit einer Metacarpusfraktur und einer weiteren mit einer proximalen Epiphysenfugenfraktur des Femurs, die beide hochtragend waren, wurde die Geburt eingeleitet und das Muttertier im Anschluss an die Kalbung eingeschläfert. Beide Tiere wurden für diese Zeit in einer weichen Tiefstreubox untergebracht und sie wurden jeden Tag vom tierärztlichen Personal der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung klinisch untersucht, wobei die Tiere abgesehen von der Fraktur ein gutes Allgemeinbefinden aufwiesen. Darüber hinaus erfolgte eine Schmerztherapie und die Metacarpusfraktur wurde mittels Verbänden ruhiggestellt. Dies war im Fall der Femurfraktur aufgrund der Lokalisation nicht möglich. In einem Fall dauerte es drei Tage bis zur Kalbung und im anderen Fall 17 Tage. Eine adulte Fleckviehkuh war zur Behandlung einer Zitzenstenose an die Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung verbracht worden und hatte sich auf dem Transport eine Fraktur des Oberschenkels zugezogen. Auch in diesem Fall wurde von einer Therapie abgesehen und das Tier eingeschläfert.

2 Lokalisation der Frakturen am Knochen

Eine detaillierte Übersicht über die Lokalisationen am Knochen und die Klassifikation der Frakturen ist Tabelle 21 zu entnehmen.

Tabelle 21: Lokalisation und Klassifikation von 208 Frakturen der langen Röhrenknochen bei 202 Rindern nach Unger et al. (1990) modifiziert nach AUER et al. (1993) und nach Spieß (2004)

Knochen (Anzahl)	proximale Epiphyse	proximale Metaphyse	Diaphyse	distale Metaphyse	distale Epiphyse	Offen	nb
Humerus (7)			3 (A) 1 (C)	2 (A) 1 (C)		0	0
Antebrachium (12)	1 (B)		3 (A) 1 (C)	3 (A) 1 (B) 1 (C)	2 (A)	6	0
Metacarpus (61)		1 (A) 2 (C)	12 (A) 1 (B) 14 (C)	12 (A) 1 (B) 6 (C)	11 (A) 1 (C)	11	0
Femur (53)	7 (A)		18 (A) 4 (B) 10 (C)	4 (A) 2 (B) 5 (C)	1 (A)	1	2
Tibia (30)		8 (A) 1 (B) 9 (C)	3 (A) 2 (B) 2 (C)	1 (A) 1 (B) 1 (C)	1 (A) 1 (C)	1	0
Metatarsus (45)	1 (A)	1 (A) 1 (B) 2 (C)	11 (A) 4 (B) 10 (C)	3 (A) 1 (C)	11 (A)	5	0
Gesamt (208)	9	25	99	45	28	24	2

2.1 Vordergliedmaße

Die Lokalisationen und Anzahl der Frakturen an der Vordergliedmaße sind Abbildung 5 zu entnehmen.

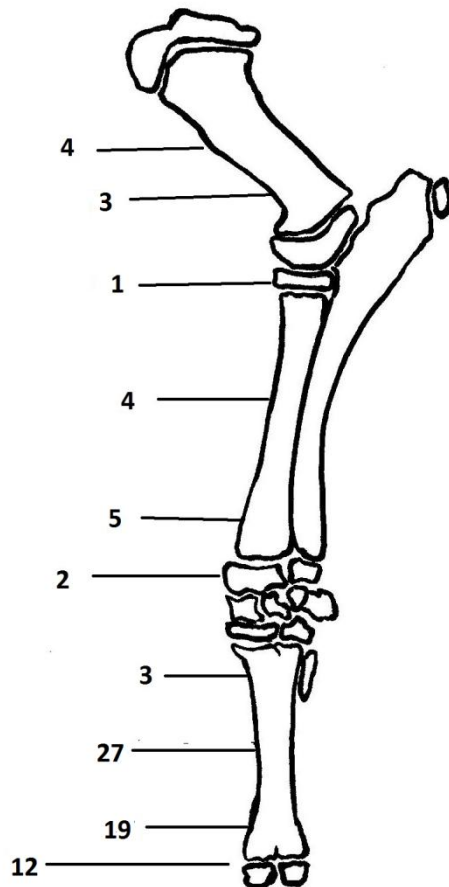


Abbildung 5: Lage und Anzahl von 80 Frakturen an der Vordergliedmaße von Rindern

2.1.1 Humerus

Von den sieben Frakturen am Humerus waren vier in der Diaphyse und drei in der distalen Metaphyse lokalisiert. Bei drei Tieren lag eine Querfraktur und bei jeweils zwei Tieren eine Spiralfaktur bzw. ein Trümmerbruch vor.

2.1.2 Antebrachium

Von den zwölf Frakturen am Antebrachium waren vier in der Diaphyse lokalisiert, fünf in der distalen Metaphyse, zwei in der distalen und eine in der proximalen Epiphyse. Unter den vier diaphysären Frakturen waren zwei Querfrakturen, ein Trümmerbruch und eine Schrägfraktur. Die beiden Frakturen der distalen Epiphyse stellten sich als Salter Harris Typ I bzw. Typ II Frakturen dar. Des Weiteren gab es im Bereich der distalen Metaphyse einen Trümmerbruch und vier Querfrakturen. Eine dieser Querfrakturen wies ein herausgebrochenes Knochenfragment auf.

2.1.3 Metacarpus

Insgesamt waren 27 Frakturen in der Diaphyse gelegen, drei entfielen auf die proximale und 19 auf die distale Metaphyse. Zwölf Frakturen waren in der distalen Epiphyse lokalisiert, wovon es sich in fünf Fällen um Salter Harris Typ I und in sechs Fällen um Salter Harris Typ II Frakturen handelte. Die verbleibende Fraktur der distalen Epiphyse stellte sich als Trümmerbruch dar. Insgesamt traten hier 36 einfache Frakturen (hier sind die Salter Harris Frakturen inkludiert), zwei Stückfrakturen und 23 Trümmerbrüche auf. Bei den einfachen Frakturen handelte es sich in zwölf Fällen um Schräg-, in sieben Fällen um Quer- und in fünf Fällen um Spiralfrakturen. Abbildung 6 zeigt als Beispiel den Fall eines neugeborenen Fleckviehkalbes, das nach übermäßiger Zughilfe eingeliefert wurde.



Abb. 6: Einfache metaphysäre Querfraktur des linken Metacarpus bei einem ein Tag alten Fleckviehkalb (Frakturklassifikation: 54A)

2.2 Hintergliedmaße

Die Lokalisation und Anzahl der einzelnen Frakturen an der Hintergliedmaße sind Abbildung 7 zu entnehmen.

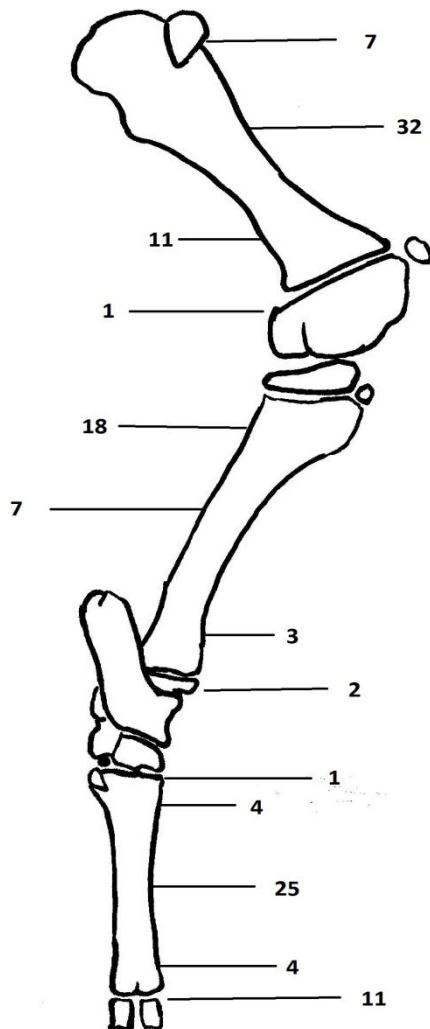


Abbildung 7: Lage und Anzahl von 126 Frakturen an der Hintergliedmaße von Rindern

2.2.1 Femur

Von den 53 Femurfrakturen konnten zwei Frakturen nicht klassifiziert werden. In beiden Fällen waren aus Kostengründen keine Röntgenbilder angefertigt worden. Es handelte sich hierbei jeweils um adulte Fleckviehkühe, denen keine Behandlung zukam. In einem Fall lautete die klinische Verdachtsdiagnose auf Trümmerfraktur der proximalen Diaphyse. Im zweiten Fall war die Diagnose Femurfraktur nicht näher spezifiziert worden. Da diese beiden Frakturen retrospektiv nicht zweifelsfrei zugeordnet werden konnten, tauchen sie in Abbildung 6 nicht auf.

Von den 51 klassifizierten Frakturen entfielen 32 auf die Diaphyse und elf auf die distale Metaphyse. Bei der Klassifizierung fiel auf, dass die meisten dieser Frakturen im Übergangsbereich zwischen diesen beiden Kompartimenten lagen. Eine Fraktur entfiel als Salter Harris Typ I Fraktur auf die distale Epiphyse und sieben weitere Salter Harris Typ I Frakturen auf die proximale Epiphyse. Bei den dia- und metaphysären Frakturen handelte es sich in 22 Fällen um einfache, in sechs Fällen um Stück- und in 15 Fällen um Trümmerbrüche. Die einfachen Frakturen ließen sich in elf Schräg-, acht Quer- und drei Spiralfrakturen unterteilen. Abbildung 8 zeigt beispielhaft die Femurfraktur eines neugeborenen Fleckviehkalbes.



Abb. 8: Einfache metaphysäre Querfraktur des rechten Femurs bei einem neugeborenen Kalb nach übermäßiger Zughilfe (Frakturklassifikation: 34A)

2.2.2 Tibia

Zwei der Patienten hatten eine Salter Harris Typ II Fraktur der distalen Epiphyse erlitten. In sieben Fällen war die Diaphyse, in 18 Fällen die proximale und in drei Fällen die distale Metaphyse betroffen. In 13 Fällen lagen einfache, in vier Fällen Stück- und in 13 Fällen Trümmerfrakturen vor. Bei den 13 einfachen Frakturen verlief die Frakturlinie in drei Fällen

quer und in je fünf Fällen schräg oder spiralförmig. Abbildung 9 zeigt als Beispiel die Röntgenbilder eines zwei Tage alten Fleckviehkalbes mit metaphysärer Splitterfraktur der Tibia nach Geburtshilfe.

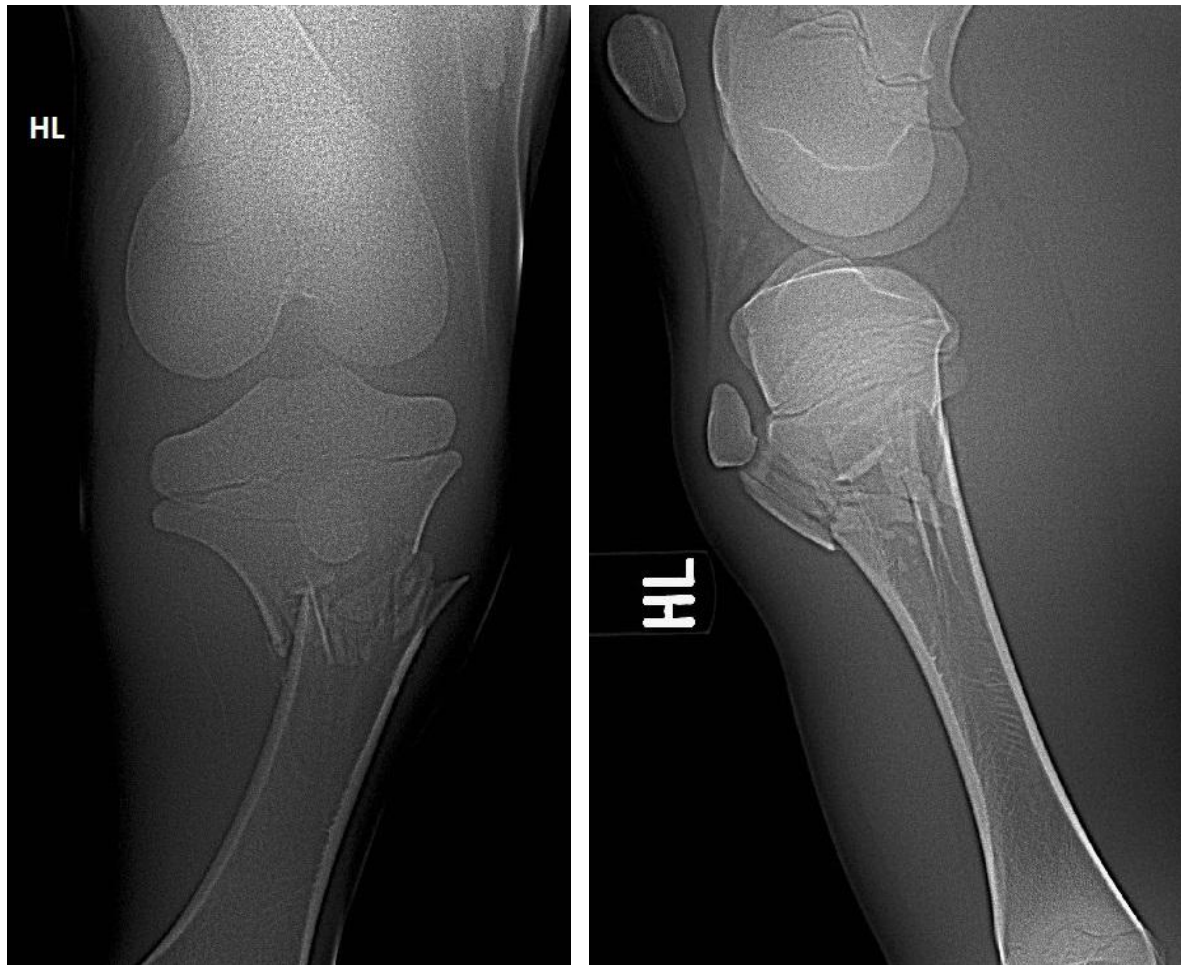


Abb. 9: Metaphysäre Splitterfraktur infolge von Geburtshilfe der linken Tibia bei einem zwei Tage alten Fleckviehkalb (Frakturklassifikation: 42C)

2.2.3 Metatarsus

Bei fünf Patienten mit Frakturen am Metatarsus lag eine Salter Harris Typ I Fraktur und bei sechs eine Salter Harris Typ II Fraktur der distalen Epiphysenfuge vor.

Insgesamt waren 25 Frakturen in der Diaphyse lokalisiert, vier in der proximalen und weitere vier in der distalen Metaphyse. Im Fall einer Braunviehkalbin lag die Fraktur am proximalen Knochenende.

In 27 Fällen lag eine einfache (Epiphysenfugenfrakturen inkludiert), in fünf Fällen eine Stück- und in 13 Fällen eine Trümmerfraktur vor. Bei den einfachen Frakturen verlief die Frakturlinie in fünf Fällen quer, in sechs Fällen schräg, in vier Fällen spiralförmig und in

einem Fall war aufgrund von Überlagerungsartefakten und bereits eingetretener Kallusbildung die Beurteilung nicht möglich. Abbildung 10 zeigt beispielhaft eine diaphysäre Schrägfraktur bei einem einen Tag alten Braunviehkalb.



Abb. 10: Diaphysäre Schrägfraktur des rechten Metatarsus bei einem ein Tag alten Braunviehkalb nach Geburtshilfe (Frakturklassifikation: 63A)

3 Therapie

Von den insgesamt 202 vorgestellten Patienten wurde bei 152 eine Frakturbehandlung durchgeführt. Abbildung 11 gibt eine Übersicht über die Therapie der 202 Frakturpatienten.

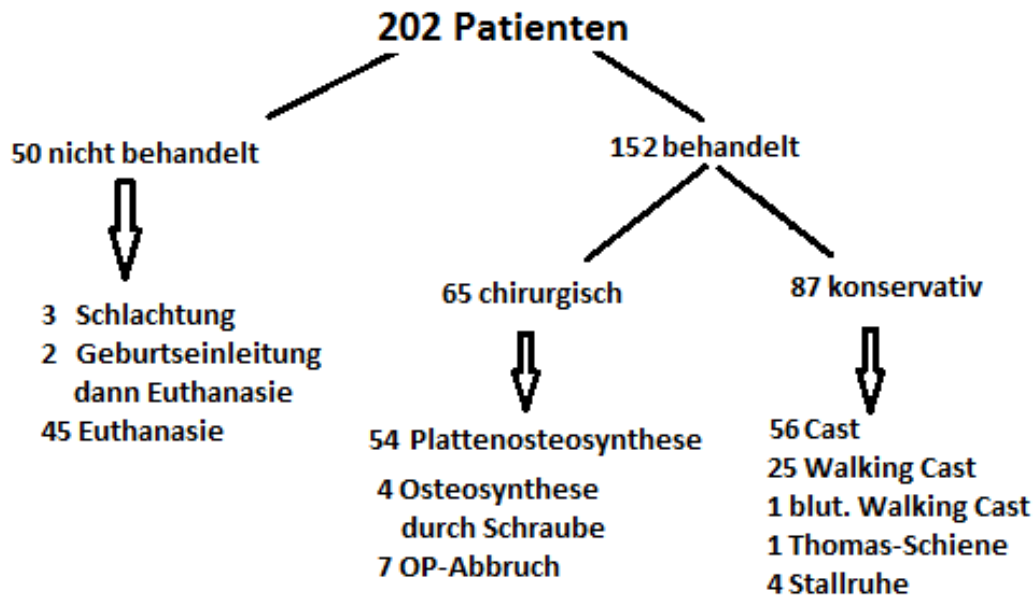


Abbildung 11: Diagramm zu den Behandlungsmethoden von 152 behandelten Patienten mit Frakturen langer Röhrenknochen und den Verbleib der 50 nichtbehandelten Frakturpatienten

Abbildungen 12-14 und Tabelle 22 zeigen die Verteilung der verschiedenen Behandlungsmethoden. Dabei handelte es sich in 87 Fällen (57,2 %) um konservative und in 65 Fällen (42,8 %) um chirurgische Behandlungen. Genauer wurden 56 Patienten (36,8 %) mit einem Cast, 25 (16,4 %) mit einem Walking Cast, einer (0,7 %) mit einem blutigen Walking Cast und ein weiterer (0,7 %) mit einer Thomas-Schiene behandelt. Bei vier Tieren (2,6 %) wurde versucht eine Frakturheilung allein durch Stallruhe zu erreichen. Insgesamt 54 Patienten (35,5 %) erhielten eine Plattenosteosynthese und vier (2,6 %) eine Osteosynthese durch Schraube (siehe Abschnitt 3.1.2). Hierbei wurden die Fragmente offen reponiert und mittels Schrauben fixiert. Im Anschluss wurden zur zusätzlichen Stabilisierung Castverbände angebracht. In sieben Fällen (4,6 %) musste die Osteosynthese aufgrund schwerwiegender Komplikationen während der Operation abgebrochen werden. In sechs Fällen war der Grund zu starke Muskelkontraktion und in einem Fall scheiterte der Repositionsversuch an zu starker Splitterung der Fraktur (siehe Abschnitt 7.2). In zwei Fällen, die das Antebrachium betrafen,

wurde zunächst ein konservativer Therapieversuch mittels Castverband durchgeführt. Als dieser jedoch die Fraktur nicht in ausreichendem Maße ruhigstellen konnte, wurde eine Plattenosteosynthese durchgeführt. Diese Patienten wurden der Gruppe der Plattenosteosynthese zugerechnet. Betrachtet man die Gesamtzahl der Behandlungen, so wurden von 87 konservativ behandelten Patienten 70 geheilt, was einer Quote von 80,5 % entspricht, während von den 65 chirurgisch versorgten Tieren 33 (50,8 %) geheilt werden konnten. Diese Unterschiede sind im Chi-Quadrat-Test signifikant ($p=0,0001$). Die Verteilung der einzelnen Behandlungsmethoden ist den Abbildungen 11-13 zu entnehmen. Die genaue Verteilung der Behandlungsmethoden auf die einzelnen Knochen ist Tabelle 22 zu entnehmen.

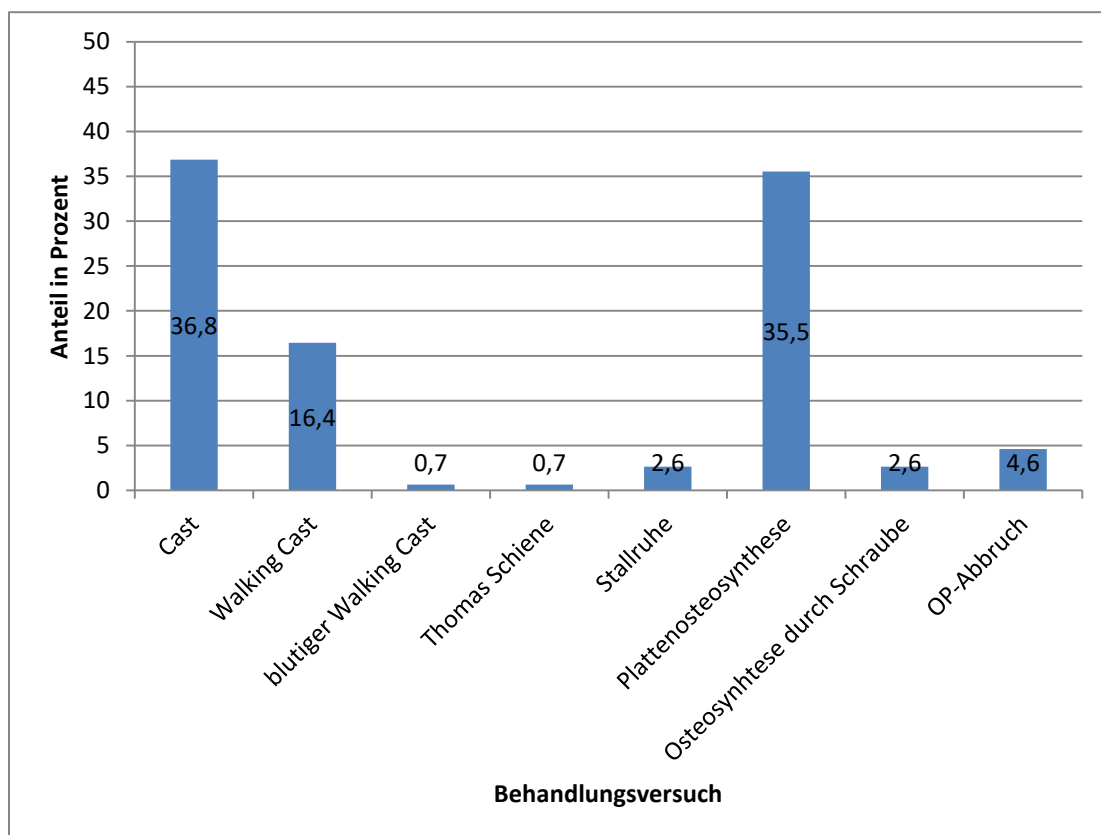


Abbildung 12: Prozentuale Verteilung der Behandlungsmethoden sowie der Operationsabbrüche bei 152 Rindern mit Frakturen langer Röhrenknochen

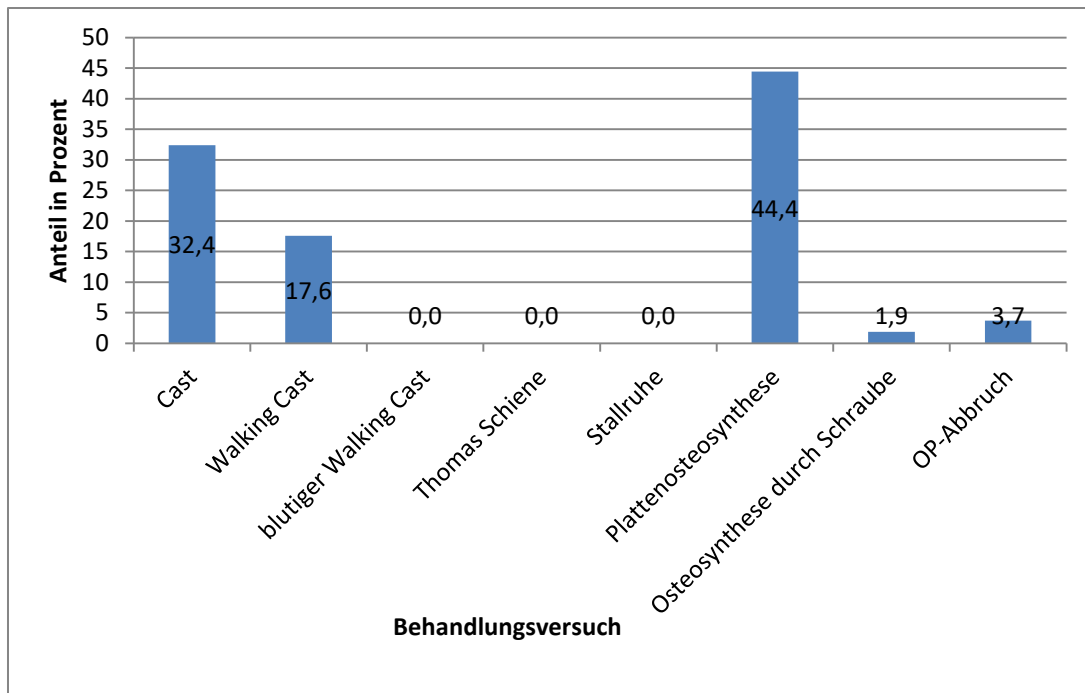


Abbildung 13: Prozentuale Verteilung der Behandlungsmethoden sowie der Operationsabbrüche bei 108 Kälbern bis zu einem Alter von zwei Wochen mit Frakturen langer Röhrenknochen

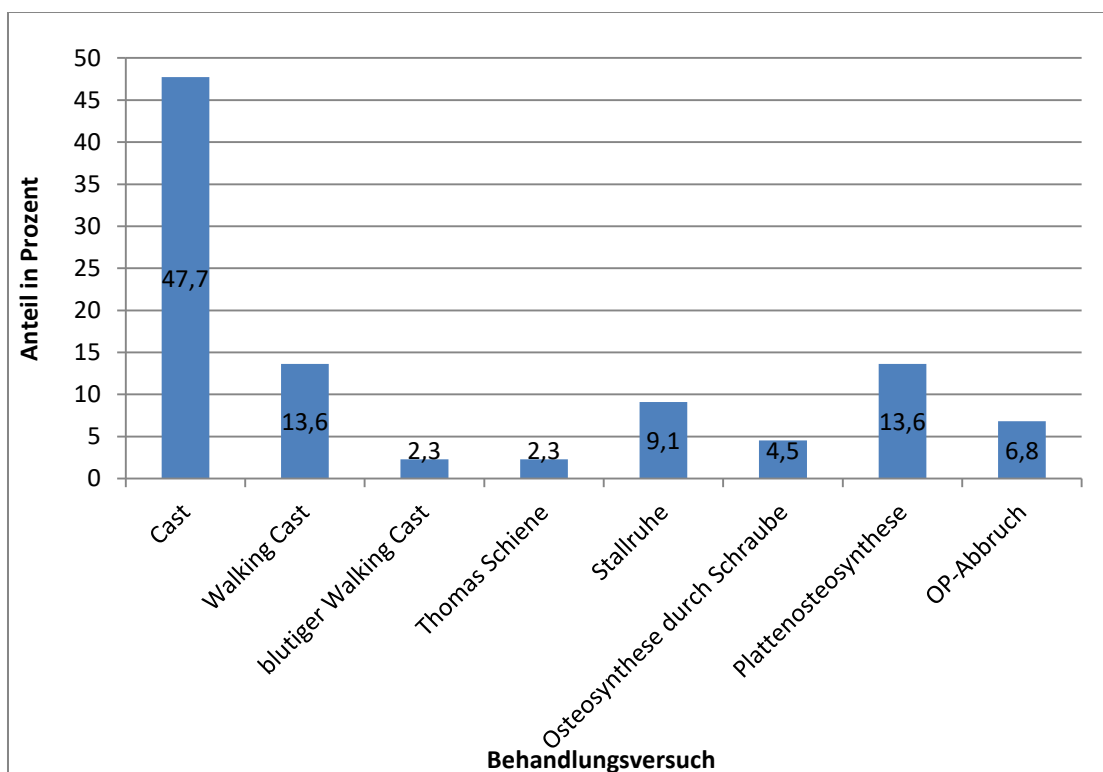


Abbildung 14: Prozentuale Verteilung der Behandlungsmethoden sowie der Operationsabbrüche bei 44 Patienten im Alter von über zwei Wochen mit Frakturen langer Röhrenknochen

Tabelle 22: Übersicht über die Behandlungsmethoden von Frakturen der langen Röhrenknochen bei 152 Rindern und deren Frakturkonfiguration nach AUER et al. (1993)

Knochen (Anzahl behandelter Frakturen)	konservativ					chirurgisch		
	Cast	Walking Cast	blutiger Walking Cast	Thomas - Schiene	Stall- ruhe	Platten- osteo- synthese	Osteo- synthese durch Schraube	OP- Abbruch
Metacarpus (47)	26 17 (A) 9 (C)	16 8 (A) 8 (C)	0	0	1 1 (A)	4 1 (A) 3 (C)	0	0
Metatarsus (39)	29 19 (A) 3 (B) 7 (C)	8 4 (A) 1 (B) 3 (C)	1 1 (B)	0	0	1 1 (A)	0	0
Humerus (3)	0	0	0	0	1 1 (A)	2 1 (A) 1 (B)	0	0
Ante- brachium (10)	1 1 (A) 1 (C)	0	0	0	0	6 3 (A) 1 (B) 2 (C)	2 1 (A) 1 (B)	0
Femur (33)	0	0	0	0	2 2 (C)	25 14 (A) 4 (B) 7 (C)	0	6 2 (B) 4 (C)
Tibia (20)	0	0	0	1 1 (A)	0	16 9 (A) 1 (B) 6 (C)	2 1 (A) 1 (C)	1 1 (C)
Anzahl gesamt: (152)	56 37 (A) 3 (B) 16 (C)	25 12 (A) 1 (B) 12 (C)	1 1 (B)	1 1 (A)	4 2 (A) 2 (C)	54 29 (A) 7 (B) 18 (C)	4 2 (A) 1 (B) 1 (C)	7 2 (B) 5 (C)

A: einfache Fraktur; B: Stückfraktur; C: Trümmerfraktur

3.1 Chirurgische Behandlungen

Insgesamt wurden 65 Frakturen einer chirurgischen Behandlung unterzogen. Bei sieben Tieren (10,8 %) musste die Operation infolge intraoperativer Komplikationen abgebrochen werden, 25 Tiere (38,5 %) mussten postoperativ eingeschläfert werden und 33 Patienten (50,8 %) konnten als geheilt entlassen werden. 54 Frakturen wurden mittels Plattenosteosynthese behandelt, wovon 31 Tiere (57,0 %) als geheilt entlassen wurden. Vier

Frakturen wurden einer Osteosynthese durch Schraube unterzogen. Zwei dieser Tiere wurden als geheilt entlassen.

3.1.1 Humerus

Von den drei Humerusfrakturen, bei denen ein Behandlungsversuch unternommen wurde, wurden zwei chirurgisch durch Plattenosteosynthese mit jeweils einer LC-Platte behandelt. Es handelte sich um ein zwei und ein 94 Tage altes Braunviehkalb mit jeweils einer einfachen Spiralfaktur der Diaphyse. Beide Tiere konnten nach komplikationsloser Heilung mit gutem Behandlungsausgang nach 14 bzw. 32 Tagen auf den Heimatbetrieb entlassen werden. Die zugehörigen Röntgenbilder eines der beiden Fälle sind in Abbildung 15 und 16 dargestellt.



Abb. 15: diaphysäre Spiralfaktur des linken Humerus bei einem zwei Tage alten Braunviehkalb (Frakturklassifikation: 13C)

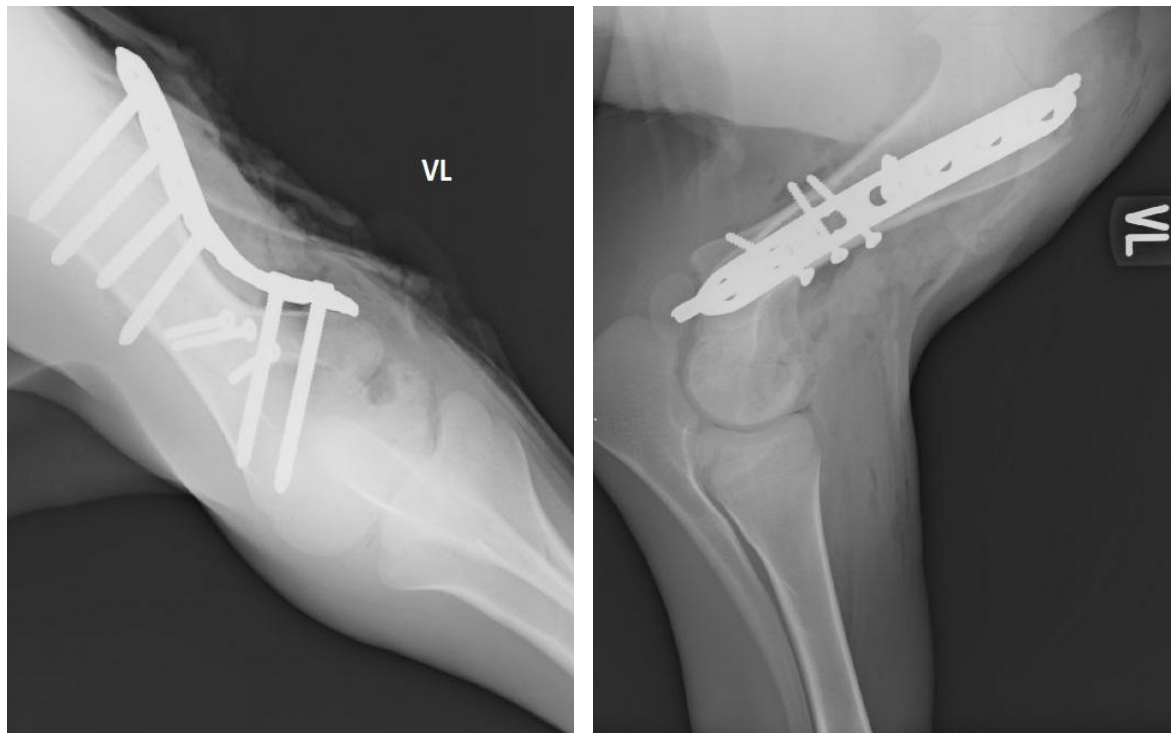


Abb. 16: Röntgenbild des linken Humerus aus Abbildung 15 nach chirurgischer Versorgung mittels LC-Platte

3.1.2 Antebrachium

Von den zehn behandelten Frakturen des Antebrachiums wurden acht chirurgisch versorgt. In drei Fällen (darunter zwei offene Frakturen) wurde als Erstbehandlung eine Plattenosteosynthese durchgeführt, die in zwei Fällen zusätzlich durch stabilisierende Castverbände gestützt wurde. Zwei dieser Tiere konnten nach 22 bzw. 27 Tagen geheilt auf den Heimatbetrieb entlassen werden. Ein Tier, welches mit einer offenen Fraktur eingeliefert worden war, musste nach 15 Tagen aufgrund von Implantatlockerung und Wundinfektion eingeschläfert werden. Zwei weitere Tiere (ein zwei Tage altes und ein einjähriges Braunvieh) mit geschlossenen diaphysären Frakturen waren erst mittels eines stabilisierenden Kunstharzverbandes behandelt worden. Als sich aber zeigte, dass dadurch eine Ruhigstellung der Fraktur nicht in ausreichendem Maße gewährleistet werden konnte, wurden die Frakturen jeweils mit einer Plattenosteosynthese versorgt. In der Folge heilten die Frakturen aus und beide Tiere konnten nach 29 bzw. 33 Tagen geheilt entlassen werden. Bei einem neugeborenen Fleckviehkalb mit offener Salter Harris Typ II Fraktur der distalen Wachstumsfuge wurde nach ungenügender Ruhigstellung durch einen Castverband zur besseren Stabilisierung zusätzlich eine Osteosynthese durch Schraube mittels jeweils einer 6,5 mm Kortikalis- und einer 4,5 mm Spongiaschraube, die beide als Zugschrauben eingebracht wurden, angebracht. In der Folge heilte die Fraktur und das Tier konnte nach

einem Klinikaufenthalt von 30 Tagen auf den Heimatbetrieb entlassen werden. Die übrigen beiden Tiere hatten jeweils offene Frakturen erlitten und wurden mittels Osteosynthese durch Schraube behandelt. Ein Tier, das mit zwei 4,5 mm Zugschrauben versorgt worden war, musste bereits einen Tag später erneut operiert und mit einer Plattenosteosynthese (LCP) versorgt werden, da es zur Implantatlockerung gekommen war. Das Tier musste 42 Tage nach Einlieferung aufgrund von Ausbildung einer Pseudarthrose eingeschläfert werden. Das andere Tier wurde mittels zwei 3,5 mm Kortikalisschrauben behandelt, die als Zugschrauben eingebracht wurden. Nach zehn Tagen musste auch dieser Patient aufgrund mangelnder Heilungstendenz und dem Auftreten von Begleiterkrankungen in Form einer schwerwiegenden Zehenphlegmone an einer Hintergliedmaße eingeschläfert werden. Eine DCP kam in einem Fall zum Einsatz und führte zum Behandlungserfolg. In insgesamt fünf Fällen kam eine LCP zum Einsatz, die in drei Fällen zum Behandlungserfolg führte (60,0 %). Der mediane Klinikaufenthalt der Patienten, die geheilt werden konnten betrug 29 Tage. Ein Tier musste wegen einer Wundinfektion und ein anderes wegen der Ausbildung einer Pseudarthrose (siehe oben) eingeschläfert werden. Der radiologische Heilungsverlauf eines zwei Tage alten Fleckviehkalbes mit einer einfachen diaphysären Querfraktur ist in den Abbildungen 17-19 exemplarisch dargestellt.

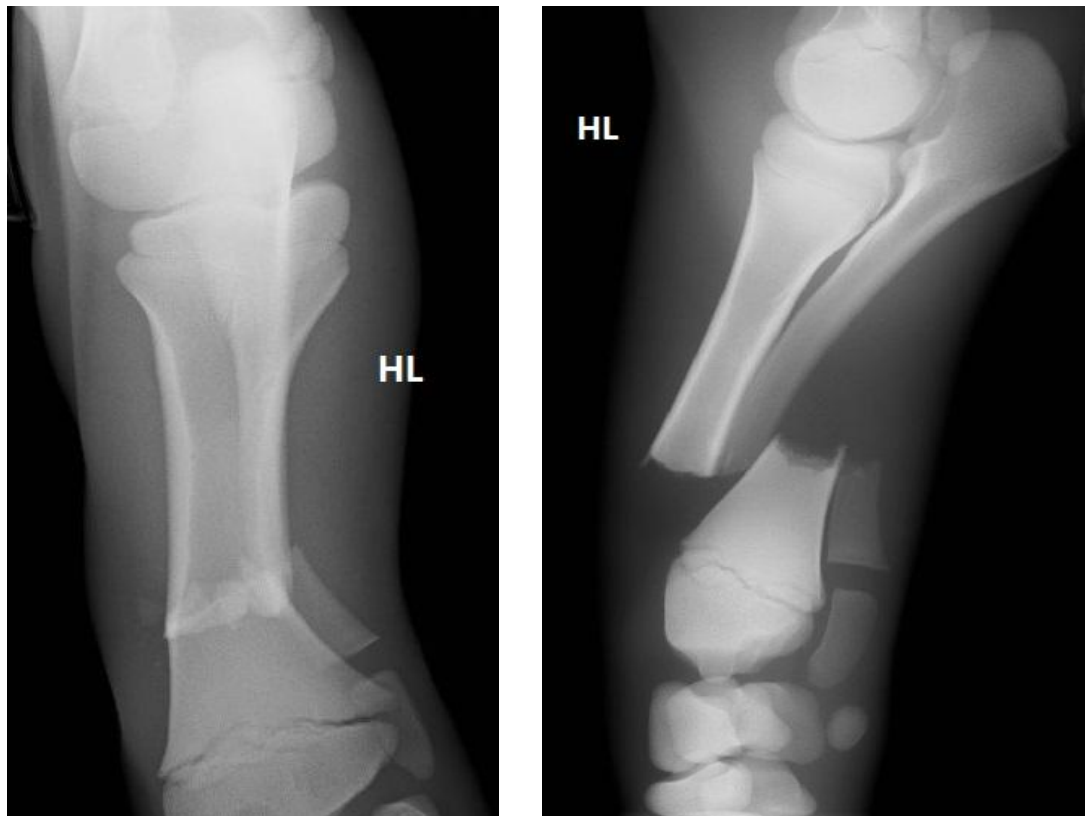


Abb.17: Einfache diaphysäre Querfraktur des linken Radius bei einem zwei Tage alten Fleckviehkalb (Frakturklassifikation: 23A)

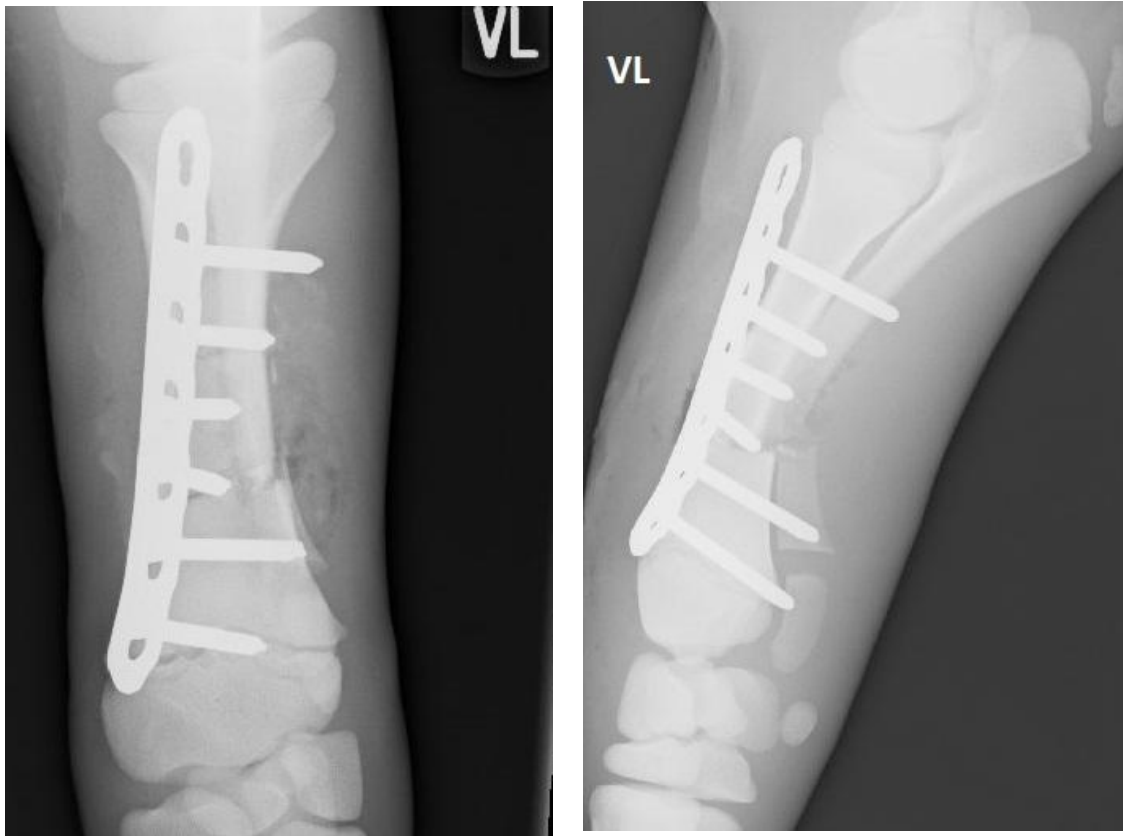


Abb. 18: Röntgenbild des linken Radius aus Abbildung 17 nach Versorgung mittels LC-Platte

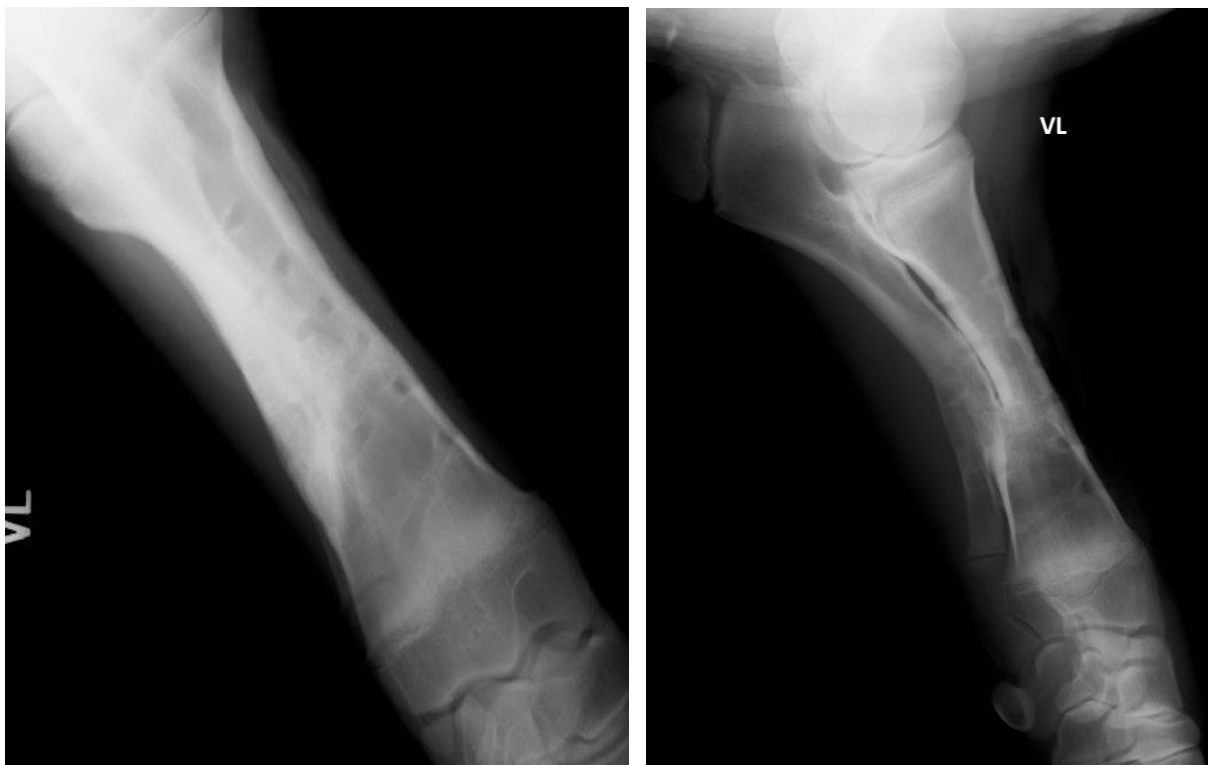


Abb. 19: Röntgenbild des linken Radius aus Abb. 17 und 18 nach Frakturheilung und Implantatentfernung nach 4,5 Monaten

3.1.3 Metacarpus

Alle vier Frakturen des Metacarpus, die chirurgisch behandelt wurden, waren Trümmerfrakturen und wurden mittels Plattenosteosynthese und einem zusätzlichen Kunstharzverband versorgt. In drei Fällen handelte es sich um offene Frakturen. Alle vier Tiere waren bei Einlieferung bereits älter als 100 Tage und wogen zwischen 180 und 650 kg. Nach einem Klinikaufenthalt zwischen 18 und 33 Tagen konnten alle Patienten geheilt auf ihren Heimatbetrieb entlassen werden. Insgesamt kamen in zwei Fällen LC-Platten, in einem Fall eine DC-Platte und in einem weiteren Fall beide Plattentypen zum Einsatz. Die chirurgische Frakturversorgung dieses Patienten ist in den Abbildungen 20 und 21 radiologisch dargestellt.

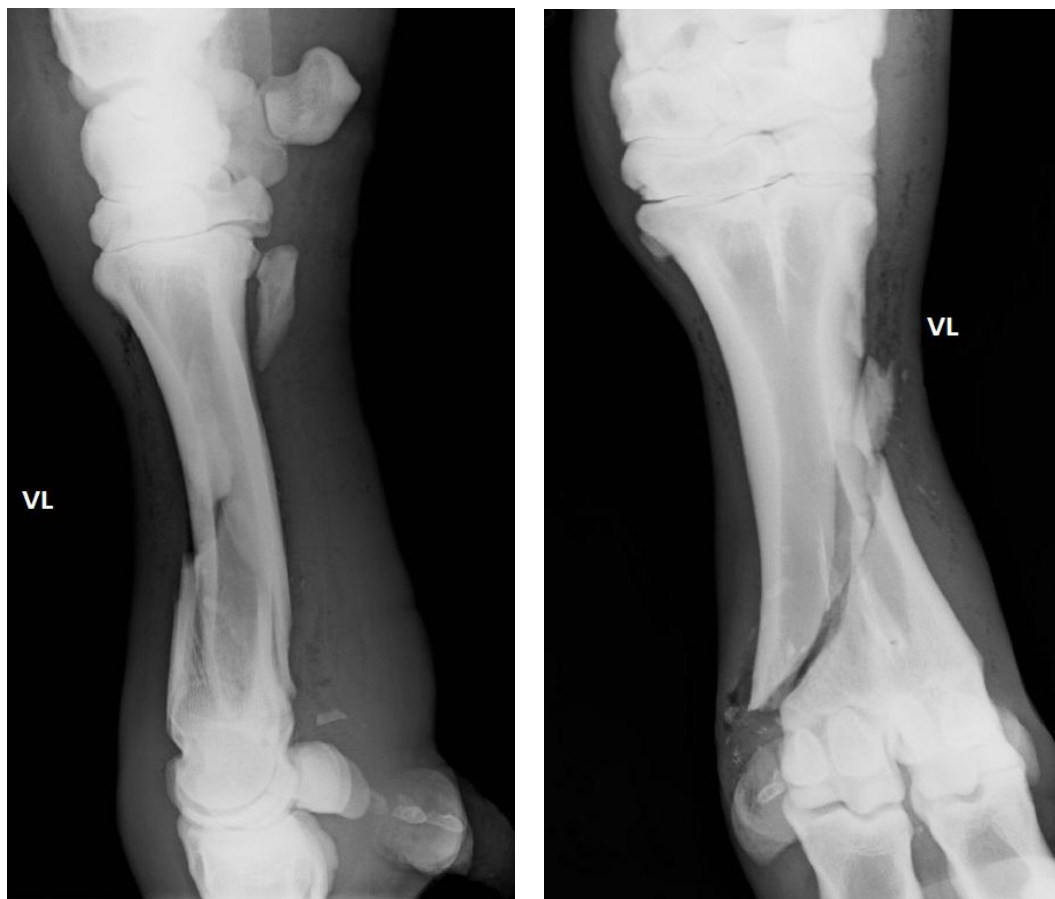


Abb. 20: Offene diaphysäre Schrägfraktur des linken Metacarpus einer zweijährigen Fleckviehkuh (Frakturklassifikation: 53C)

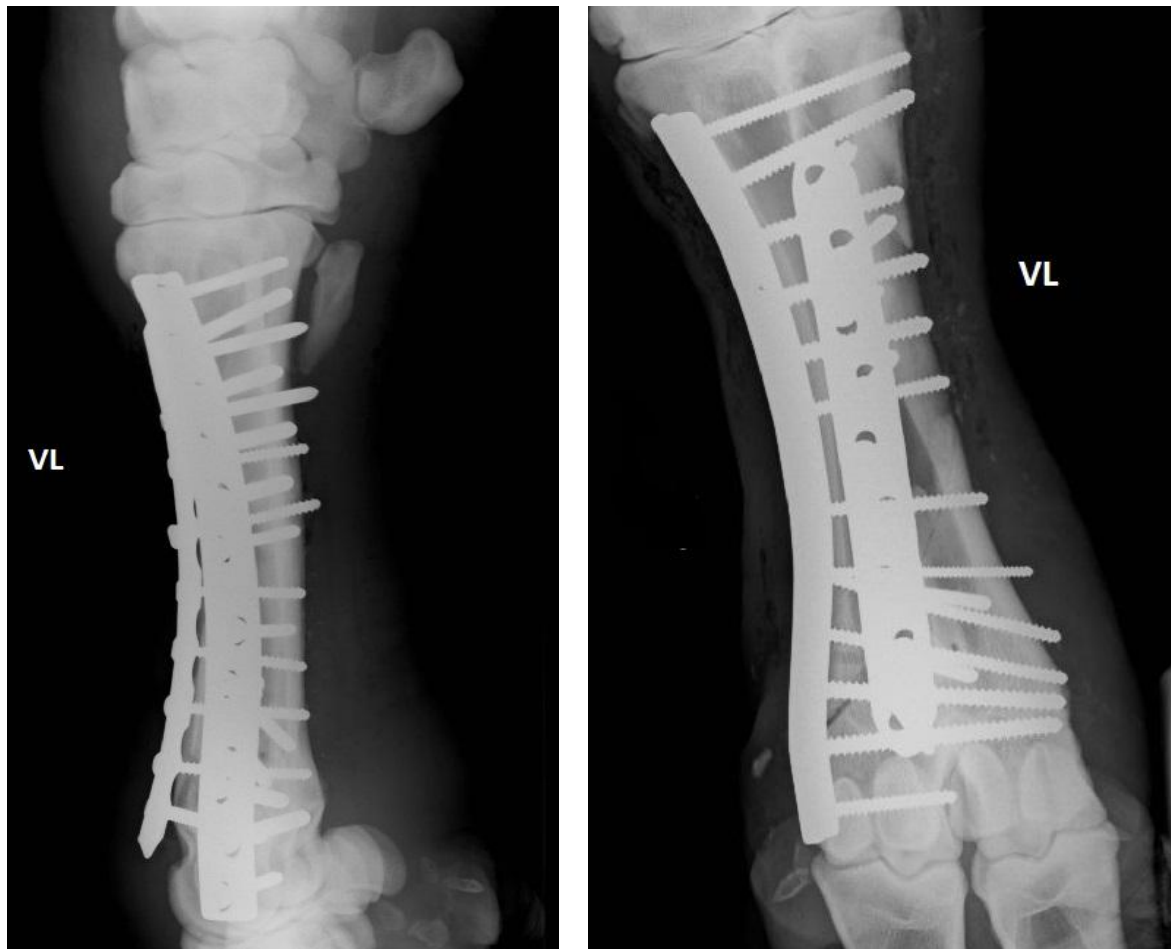


Abb. 21: Röntgenbild des linken Metacarpus aus Abb. 20 nach chirurgischer Versorgung mittels LCP und DCP

3.1.4 Femur

Alle 25 chirurgisch versorgten Femurfrakturen, die reponiert werden konnten, wurden mittels Plattenosteosynthesen behandelt. Ab dem Jahr 2009 wurde vorwiegend die LCP-Technik verwendet (zwölf Fälle), in den Jahren davor die DCP-Technik (zwölf Fälle). In einem Fall kam eine Löffelplatte zum Einsatz. Von den Tieren, die mit der DCP-Technik versorgt wurden, konnten sieben (58,3 %) geheilt werden. Die LCP-Technik führte in fünf Fällen (41,6 %) zum Erfolg. Im Chi-Quadrat-Test war dieser Unterschied nicht signifikant. Auch das Tier, bei dem eine Löffelplatte zum Einsatz kam konnte geheilt werden. Von den 25 Patienten, bei denen die Operation erfolgreich verlief, konnten 13 (52,0 %) nach erfolgreicher Frakturheilung nach einem Klinikaufenthalt zwischen 14 und 42 Tagen wieder auf ihren Heimatbetrieb entlassen werden. Von den zwölf Patienten, die trotz erfolgreicher Operation nicht geheilt werden konnten, verendeten zwei Kälber an ihren schwerwiegenden Begleiterkrankungen (Enteritis und Fruchtwasserasphyxie bzw. hochgradige zusätzliche Traumata) und vier weitere mussten deswegen eingeschläfert werden. Zwei dieser Tiere

waren mit dem BVD-Virus infiziert, das Dritte mit dem BHV1. Das verbleibende Tier wurde wegen einer schweren Bronchopneumonie eingeschläfert. Die übrigen sechs Tiere erlitten Komplikationen im postoperativen Verlauf. In einem Fall kam es zum Implantatausriss, in zwei Fällen war Osteomyelitis und in weiteren zwei Fällen eine Wundinfektion ursächlich für die Euthanasie. In einem Fall kam es zu einer Parese des Nervus fibularis im postoperativen Verlauf. Vier Tage später kam es zusätzlich zum Implantatausriss, weshalb das Tier eingeschläfert wurde. Bei sechs Patienten musste die Operation aufgrund von intraoperativen Komplikationen abgebrochen werden. In fünf Fällen lag dies daran, dass die Frakturenden wegen zu starker Muskelkontraktion nicht reponiert werden konnten und in einem Fall stellte sich die Fraktur in der Operation als zu stark gesplittet dar. Abbildungen 22-24 zeigen den radiologischen Verlauf eines neugeborenen Fleckviehkalbes mit einer diaphysären Splitterfraktur des Femurs.



Abb. 22: Diaphysäre Splitterfraktur des rechten Femurs bei einem neugeborenen Kalb infolge von Zughilfe (Frakturklassifikation: 33C)



Abb. 23: Röntgenbild des rechten Femurs aus Abb. 22 nach Versorgung mittels LCP



Abb. 24: Röntgenbild des rechten Femurs aus Abb. 22 und 23 nach Plattenentfernung nach 5,5 Monaten. Eine Stellschraube musste im Knochen belassen werden, da sie stark knöchern überbaut und deshalb intra operationem nicht aufzufinden war.

3.1.5 Tibia

Von den 30 Tibiafrakturen wurden 19 chirurgisch versorgt. Bei einem dieser Patienten musste die Operation abgebrochen werden, da die Reposition aufgrund starker Muskelkontraktion nicht möglich war. Eine Plattenosteosynthese erhielten 16 Tiere. Ähnlich wie beim Femur wurden hierbei ab 2009 vorwiegend LC-Platten (4) und vorher DC-Platten (8) verwendet. Bei einem Tier kamen sowohl eine DCP als auch eine LCP zum Einsatz. In zwei Fällen kam eine T-Platte und in einem Fall eine reine Abstützplatte in Kombination mit einer Osteosynthese durch Schrauben zum Einsatz. In vier Fällen von Plattenosteosynthesen kamen zwei Platten zum Einsatz. Von den Tieren, die mittels DCP-Technik behandelt wurden, konnten vier (50 %) geheilt werden. Von den Tieren die mittels LCP-Technik behandelt wurden, konnten zwei (50 %) geheilt werden. Sowohl das Tier, das sowohl eine LC- als auch eine DC-Platte erhalten hatte, als auch die anderen drei Tiere, die mit den oben erwähnten Platten versorgt worden waren, konnten geheilt werden. Der Klinikaufenthalt der Tiere, die nach chirurgischer Behandlung geheilt werden konnten, lag zwischen 24 und 118 Tagen. Zwei Tiere wurden mittels einer Osteosynthese durch Schrauben behandelt. Zusätzlich wurden Castverbände zur Ruhigstellung angebracht. In beiden Fällen handelte es sich um Salter Harris Typ II Frakturen der distalen Epiphysenfuge. Eines der Tiere konnte nach 15 Tagen geheilt entlassen werden, das andere Tier musste am Tag nach der Operation wegen eines Implantatausrisses eingeschläfert werden.

3.1.6 Metatarsus

Von den 45 Patienten mit Metatarsusfrakturen wurde einer chirurgisch mittels einer Plattenosteosynthese versorgt. Hierbei handelte es sich um eine einfache diaphysäre Spiralfaktur bei einem neugeborenen Kalb. Nachdem diese erst konservativ mit einem Castverband versorgt worden war, kam es nach wenigen Tagen zu einer Fragmentverschiebung unter dem Cast. In der Folge wurde das Tier chirurgisch mit einer DC-Platte versorgt. Nach 26 Tagen konnte das Kalb geheilt entlassen werden.

3.2 Konservative Behandlungen

Insgesamt wurden 87 Tiere einer konservativen Frakturbehandlung unterzogen. Davon mussten 17 Tiere (19,5 %) im weiteren Verlauf eingeschläfert werden und 70 Patienten (80,5 %) konnten geheilt entlassen werden.

3.2.1 Humerus

Eine Humerusfraktur wurde konservativ mittels Stallruhe behandelt. Es handelte sich um ein

234 Tage altes, 260 kg schweres Fleckvieh, das eine diaphysäre Splitterfraktur erlitten hatte. Es wurde räumlich begrenzt und einzeln in einer Laufbox aufgestellt. Die Fraktur heilte ohne Komplikationen, so dass das Tier nach 63 Tagen die Klinik geheilt verlassen konnte.

3.2.2 Antebrachium

Von den zehn Patienten, die mit Radius-/Ulnafrakturen eingeliefert worden waren, erhielten zwei nach gedeckter Reposition eine konservative Behandlung mittels eines stabilisierenden Castverbandes. Bei einem vier Tage alten Fleckviehkalb mit einer Salter Harris Typ I Fraktur der distalen Wachstumsfuge führte diese Behandlung zum Erfolg und es konnte nach 14 Tagen und einem Verbandswechsel zur Weiterbehandlung auf den Heimatbetrieb entlassen werden. Abbildungen 25 und 26 zeigen radiologisch den Behandlungsverlauf. Beim anderen Patienten handelte es sich um ein drei Tage altes Fleckviehkalb, das mit einer Splitterfraktur der Diaphyse eingeliefert worden war. Am fünften Tag nach Einlieferung musste das Tier eingeschläfert werden, da es sich zusätzlich eine Fraktur des Metatarsus zugezogen hatte.

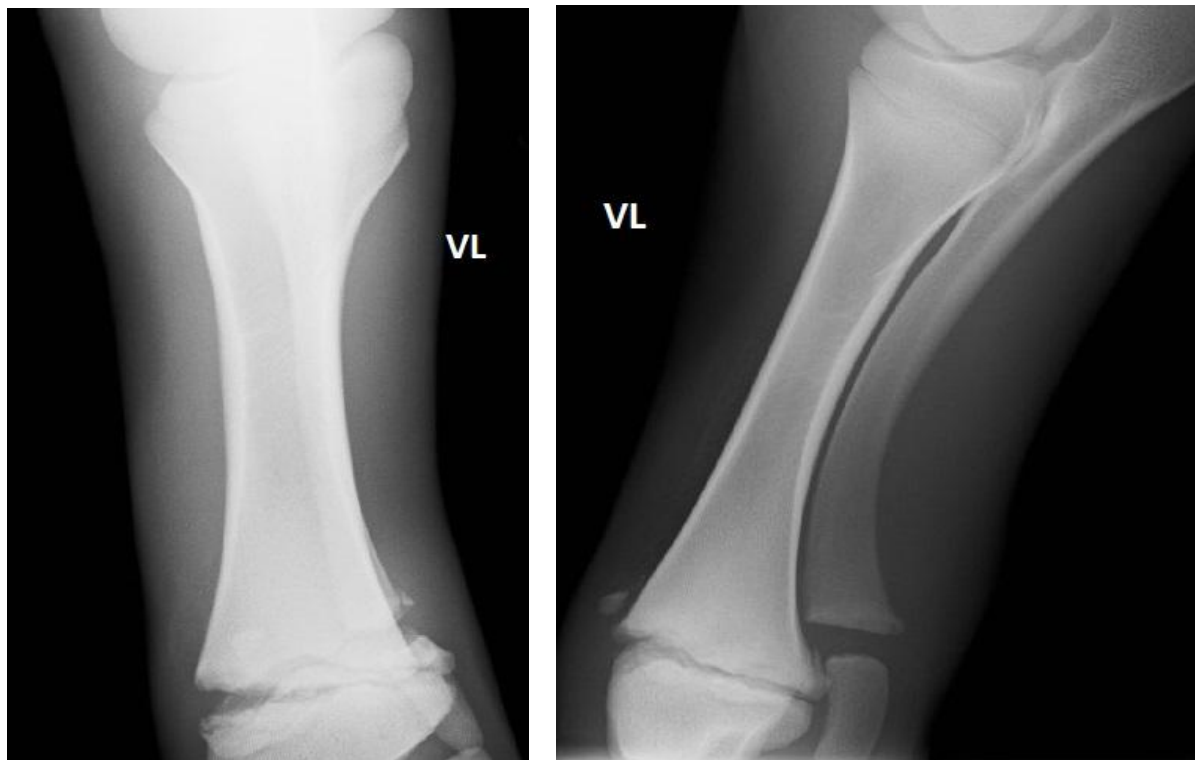


Abb. 25: Salter Harris Typ I Fraktur des linken Radius bei einem vier Tage alten Fleckviehkalb (Frakturklassifikation: 25A)

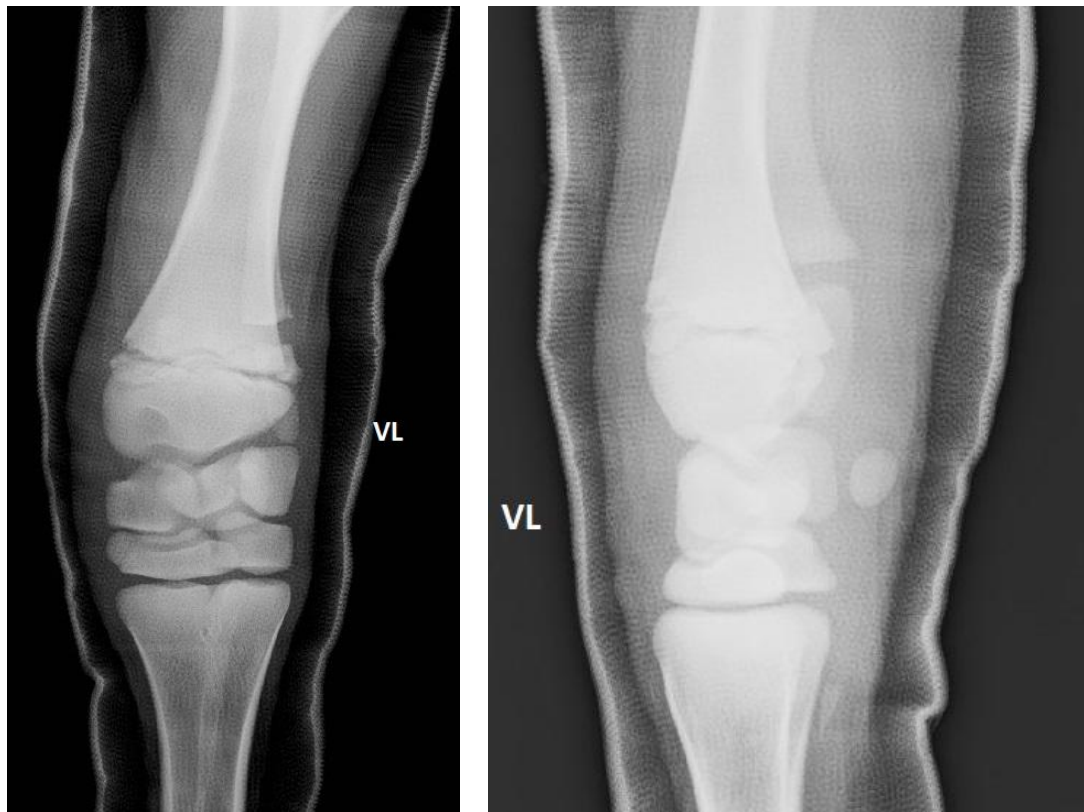


Abb. 26: Röntgenbild der linken Tibia aus Abb. 25 nach gedeckter Reposition und Stabilisierung mittels Castverband

3.2.3 Metacarpus

Von den insgesamt 43 konservativ behandelten Tieren wurden 42 Patienten mit einem stabilisierenden Cast behandelt. Bei 16 dieser Tiere wurde der Cast als unblutiger Walking Cast angebracht. Bei 35 Patienten (83,3 %) führte die Castbehandlung zum Erfolg, sodass die Tiere nach Hause entlassen werden konnten. In einem Zeitraum zwischen zehn und 68 Tagen (Median 21 Tage) wurde der Cast durchschnittlich 2,2-mal und median zweimal gewechselt. Ein Tier mit einer beidseitigen Fraktur, von denen eine offen war, musste am 25. Tag der Behandlung wegen Sequesterbildung eingeschläfert werden. Zwei weitere Tiere verendeten ein bzw. zwei Tage nach Einlieferung. Beide hatten bereits bei Einlieferung schwerwiegende Begleiterkrankungen. Drei weitere Tiere mussten fünf (2) bzw. acht (1) Tage nach Einlieferung eingeschläfert werden. In einem Fall handelte es sich um eine adulte schwarzbunte Kuh, in zwei Fällen um neonate Kälber. Alle drei litten bereits bei Einlieferung unter schwerwiegenden Begleiterkrankungen (Bronchopneumonie + Femoralispause + Ischidicuspause; Omphalourachitis + Enteritis catarrhalis acuta und bei der adulten Kuh Dystokie + Festliegen + Prolaps vaginae und später zusätzlich eine Nachgeburtsverhaltung).

Eine 400 kg schwere schwarzbunte Kalbin wurde erst 21 Tage nach Entstehung der Fraktur

eingeliefert. Im Röntgenbild zeigte die einfache Schrägfraktur der proximalen Metaphyse bereits Heilungstendenz, sodass die Kalbin wieder auf den Heimatbetrieb entlassen wurde mit der Anweisung zur Weiterbehandlung durch Stallruhe. Die Fraktur heilte auf dem Heimatbetrieb komplett aus.

Abbildungen 27-29 zeigen exemplarisch den radiologischen Heilungsverlauf einer Braunviehkalbin mit einer Splitterfraktur der distalen Metaphyse, die mittels Walking Cast behandelt wurde.



Abb. 27: metaphysäre Splitterfraktur des linken Metacarpus bei einer etwa 400 kg schweren Braunviehkalbin (Frakturklassifikation: 54C)

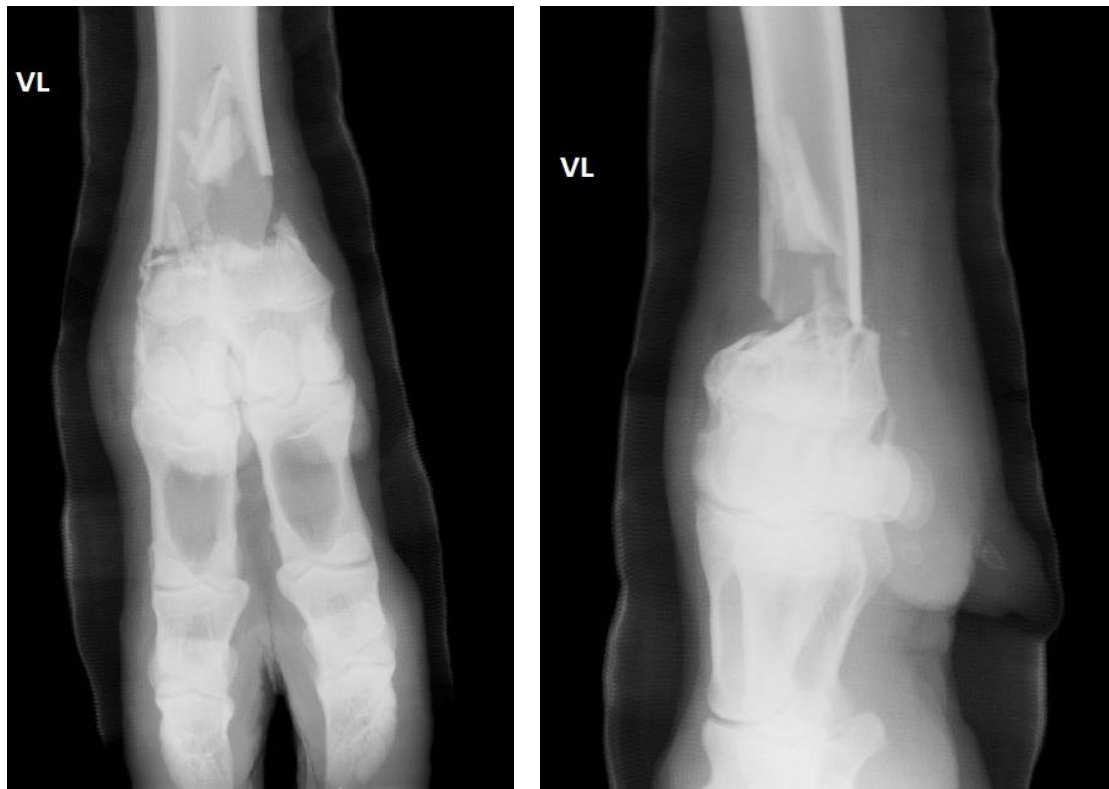


Abb. 28: Röntgenbild des linken Metacarpus aus Abb. 27 nach gedeckter Reposition und Stabilisierung mittels Castverband

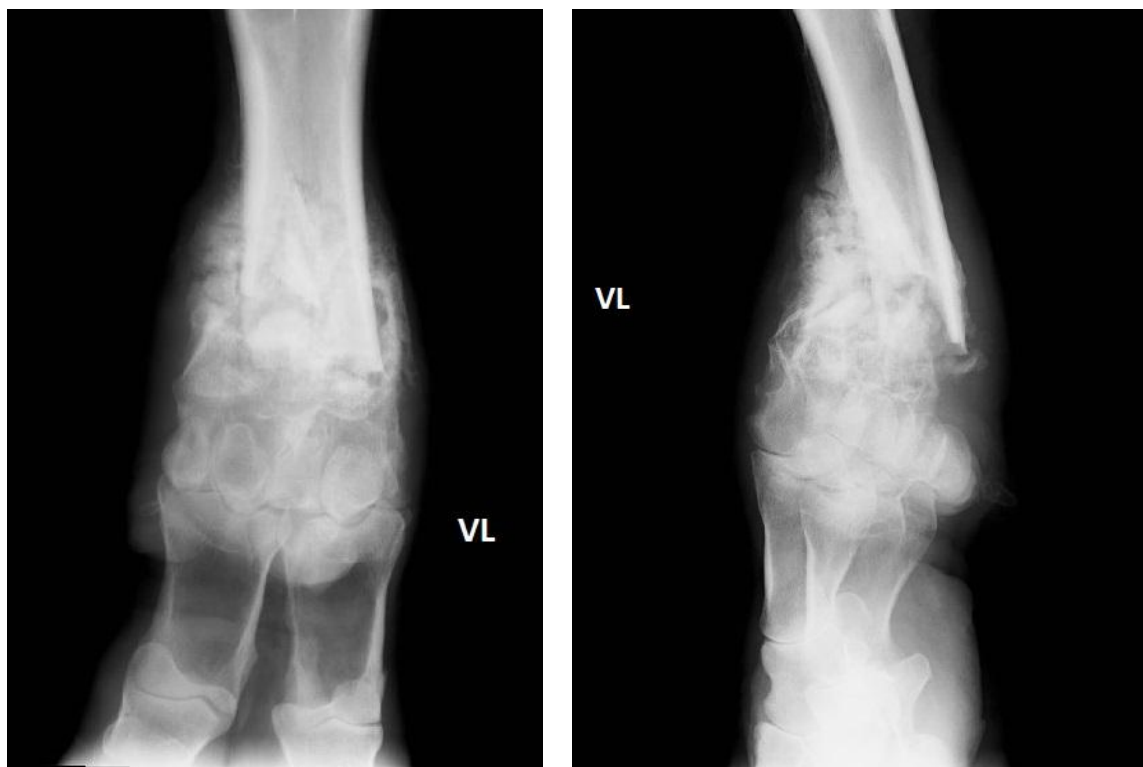


Abb. 29: Röntgenbild des linken Metacarpus aus Abb. 27 und 28, welcher nach zehnwöchiger Behandlung mit Walking Cast klinisch stabil war und radiologisch gute Kallusbildung aufwies

3.2.4 Femur

Zwei ca. 160 kg schwere Kälber mit Splitterfrakturen im distalen Knochenabschnitt konnten erfolgreich mittels Stallruhe behandelt werden. Ein Fleckviehkalb wurde an der Klinik einzeln in einer Tiefstreubox aufgestellt, was nach 39 Tagen zu einer komplikationslosen Heilung führte. Ein 113 Tage altes Charolaiskalb wurde nach Anweisungen der Klinik auf dem Heimatbetrieb durch Stallruhe behandelt. Bei beiden Tieren führte diese Therapie zur Frakturheilung. Die radiologische Heilung des Fleckviehkalbes ist in Abbildungen 30 und 31 dargestellt.

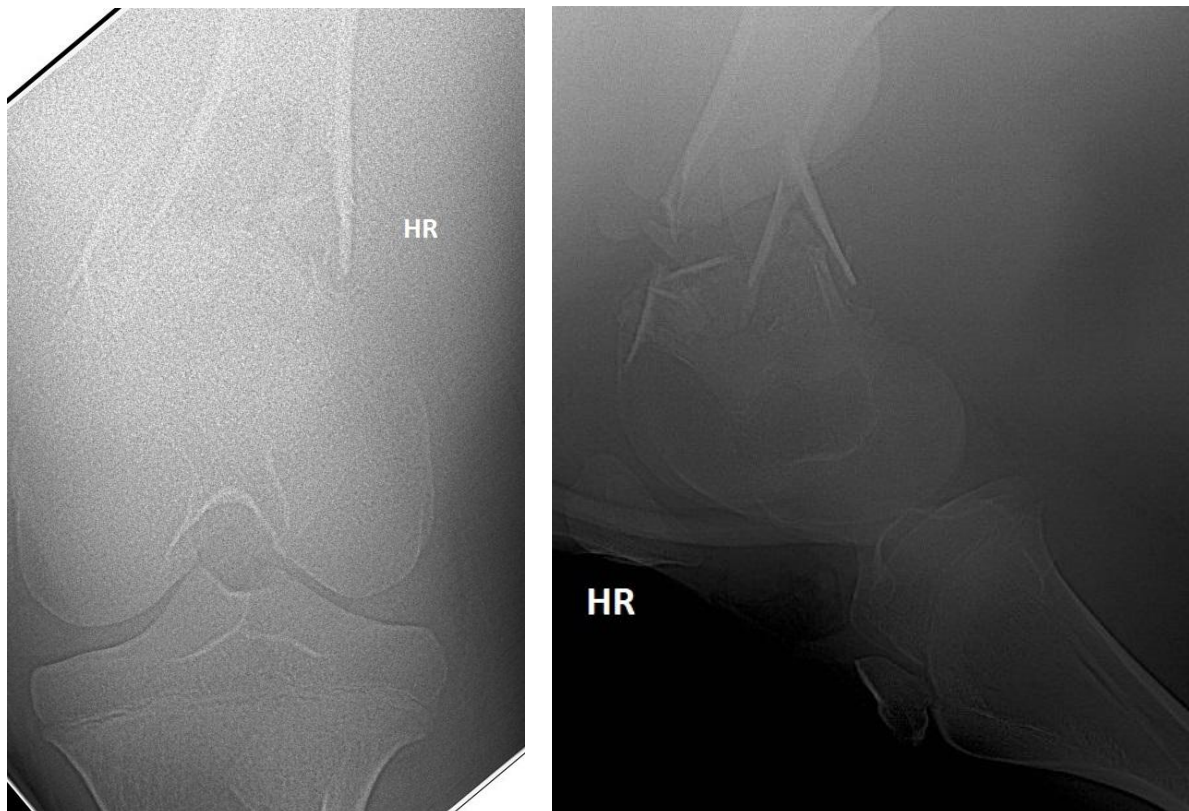


Abb. 30: metaphysäre Splitterfraktur des rechten Femurs eines sieben Monate alten Fleckviehkalbes (Frakturklassifikation: 34C)

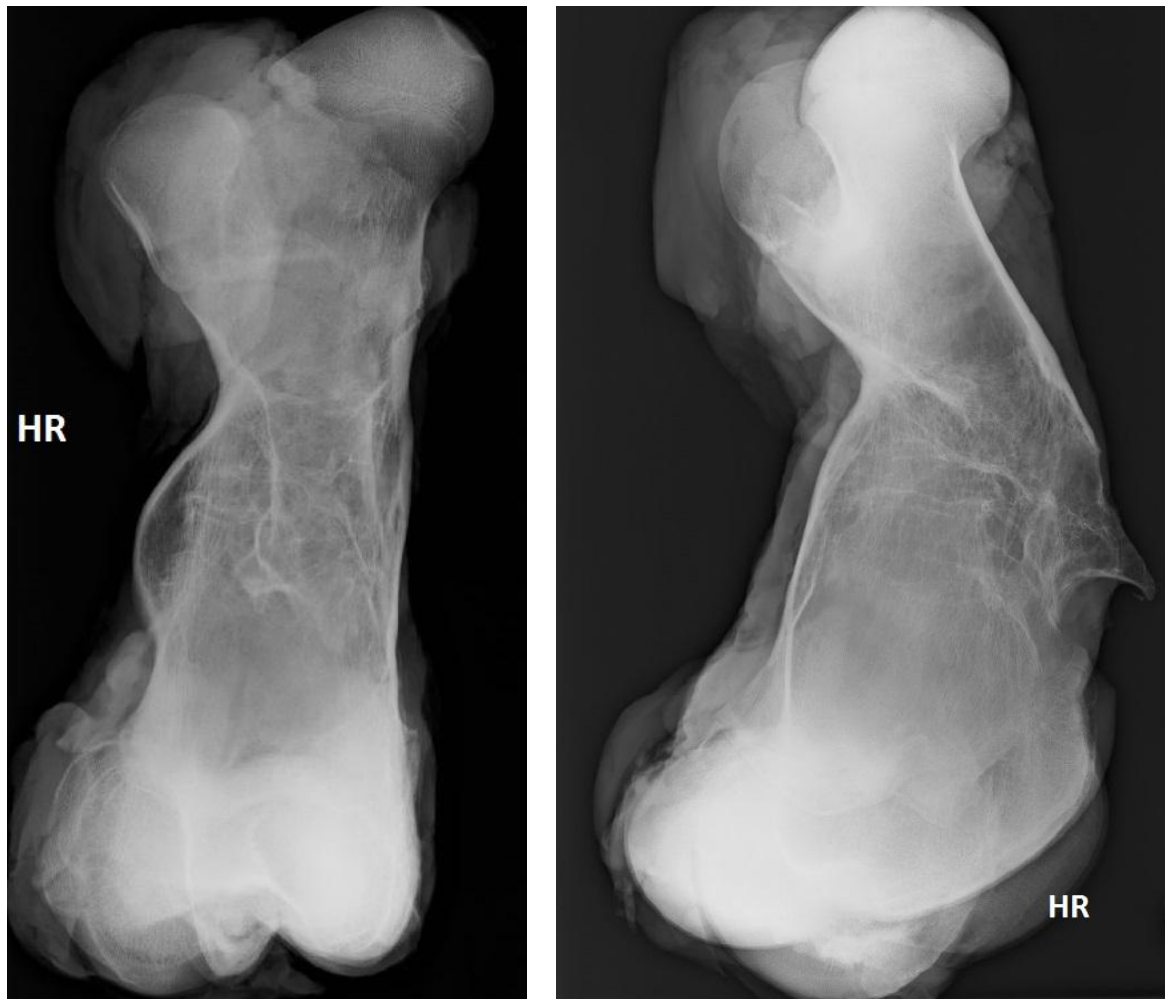


Abb. 31: Röntgenbild des rechten Femurs aus Abb. 30 13 Monate nach Erstvorstellung. Der Femur wurde aus wissenschaftlichem Interesse der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung nach der Schlachtung zur Verfügung gestellt.

3.2.5 Tibia

Von 30 Tibiafrakturen wurde lediglich eine konservativ mittels Thomas-Schiene behandelt. Es handelte sich hierbei um ein 110 Tage altes Fleckviehkalb mit einer geschlossenen diaphysären Schrägfraktur. Nach drei Tagen wurde festgestellt, dass sich die Fraktur unter der Schiene eröffnet hatte und das Kalb musste eingeschläfert werden.

3.2.6 Metatarsus

Von den 45 Patienten, die eine Fraktur des Metatarsus erlitten, wurden 38 konservativ mit Castverbänden behandelt. Dabei wurde in acht Fällen ein unblutiger und in einem Fall ein blutiger Walking Cast angebracht. In 32 Fällen (84,2 %) führte diese Behandlungsmethode zur Heilung. Der Klinikaufenthalt der stationär behandelten Patienten lag zwischen sechs und 97 Tagen, der Median betrug 17,5 Tage. Während des stationären Aufenthalts wurden median

zwei Castwechsel vollzogen.

Zwei Tiere mussten kurz nach Therapiebeginn eingeschläfert werden, nachdem bei ihnen eine persistente Infektion mit dem BVD-Virus nachgewiesen worden war. Bei einem Tier konnte der Heilungserfolg nicht nachvollzogen werden, da das Tier wieder zurück auf den Bestand verbracht wurde und keine Informationen über den Ausgang in Erfahrung zu bringen waren. Ein Tier musste aufgrund schwerer Begleiterkrankungen und ein anderes wegen des Auftretens einer eitrigen Knochenfistel eingeschläfert werden. Bei einem Tier stellte sich die Metatarsusfraktur als Komplikation der konservativen Behandlung einer Fraktur des Antebrachiums dar, woraufhin von einer Therapie abgesehen wurde. Im Falle des blutigen Walking Casts handelte es sich um eine knapp zwei Jahre alte Braunviehkuh mit einer offenen diaphysären Stückfraktur. Auch sie musste nach 16 Tagen eingeschläfert werden, da die verwendeten Bohrdrähte ausgebrochen waren und sich die Frakturenenden verschoben hatten.

4 Radiologische Auswertung der Repositionsergebnisse

Die genauen Verteilungen der Repositionsergebnisse auf die einzelnen Knochen sind Tabellen 23 und 24 zu entnehmen.

4.1 Fragmentverschiebung

Die Fragmentverschiebung wurde in Anlehnung an STEINER et al. (1993) eingeteilt. Hierfür wurde die Dicke der Kortikalis an der breitesten Stelle gemessen. Dieser Wert entsprach einer Unit. So wurde bei Frakturen der Diaphyse die Fragmentverschiebung wie folgt evaluiert: Gut ($\leq 0,5$ Units), mäßig (0,51 - 1 Units), schlecht (> 1 Unit). Bei Frakturen an den Knochenenden konnte der doppelte Wert toleriert werden.

Tabelle 23: Beurteilung der Fragmentverschiebung nach Reposition bei 54 chirurgisch und 76 konservativ versorgten Frakturen langer Röhrenknochen bei Rindern in Anlehnung an STEINER et al. (1993)

chirurgische Behandlungen					konservative Behandlungen				
Knochen	gut	mäßig	schlecht	Summe	Knochen	gut	mäßig	schlecht	Summe
Humerus	1	0	0	1	Humerus	0	0	0	0
Antebrachium	2	3	1	6	Antebrachium	2	0	0	2
Metacarpus	2	2	0	4	Metacarpus	18	14	8	40
Femur	9	6	9	24	Femur	0	0	0	0
Tibia	8	7	3	18	Tibia	0	0	0	0
Metatarsus	0	0	1	1	Metatarsus	9	8	17	34
Summe	22	18	14	54	Summe	29	22	25	76
davon geheilt					davon geheilt				
Humerus	1	0	0	1	Humerus	0	0	0	0
Antebrachium	1	2	1	4	Antebrachium	1	0	0	1
Metacarpus	2	2	0	4	Metacarpus	16	11	7	34
Femur	4	4	4	12	Femur	0	0	0	0
Tibia	4	5	2	11	Tibia	0	0	0	0
Metatarsus	0	0	1	1	Metatarsus	9	6	15	30
Summe	12	13	8	33	Summe	26	17	22	65
geheilt in %	54,5	72,2	57,1	61,1	geheilt in %	89,7	77,3	88,0	85,5

Gut: $\leq 0,5$ Units, mäßig: 0,51-1 Unit, schlecht: > 1 Unit

4.1.1 Chirurgische Behandlungen

Von 65 chirurgisch behandelten Tieren konnten von 54 Tieren Röntgenbilder nach Frakturreposition im Hinblick auf Fragmentverschiebung nach Steiner et al. (1993) ausgewertet werden. Die übrigen Bilder waren entweder aufgrund technischer Probleme nicht mehr vorhanden (3) oder die Patienten intra operationem euthanasiert worden (7). In einem Fall war das Bild nach Reposition aufgrund erheblicher Splitterung und Weichteilüberlagerung nicht beurteilbar. Bei 22 Patienten (40,7 %) wurde die Fragmentverschiebung als gut bewertet, davon konnten zwölf (54,5 %) geheilt werden. Bei 18 (33,3 %) war die Fragmentverschiebung mäßig, davon konnten 13 (72,2 %) geheilt werden. Bei 14 Patienten (25,9 %) wurde die Fragmentverschiebung als schlecht bewertet. Von ihnen wurden acht (57,1 %) geheilt. Diese Unterschiede waren im Chi-Quadrat-Test nicht signifikant ($p=0,49$). Abbildungen 32 und 33 zeigen schlechte und gute Repositionsergebnisse im Hinblick auf die Fragmentverschiebung.

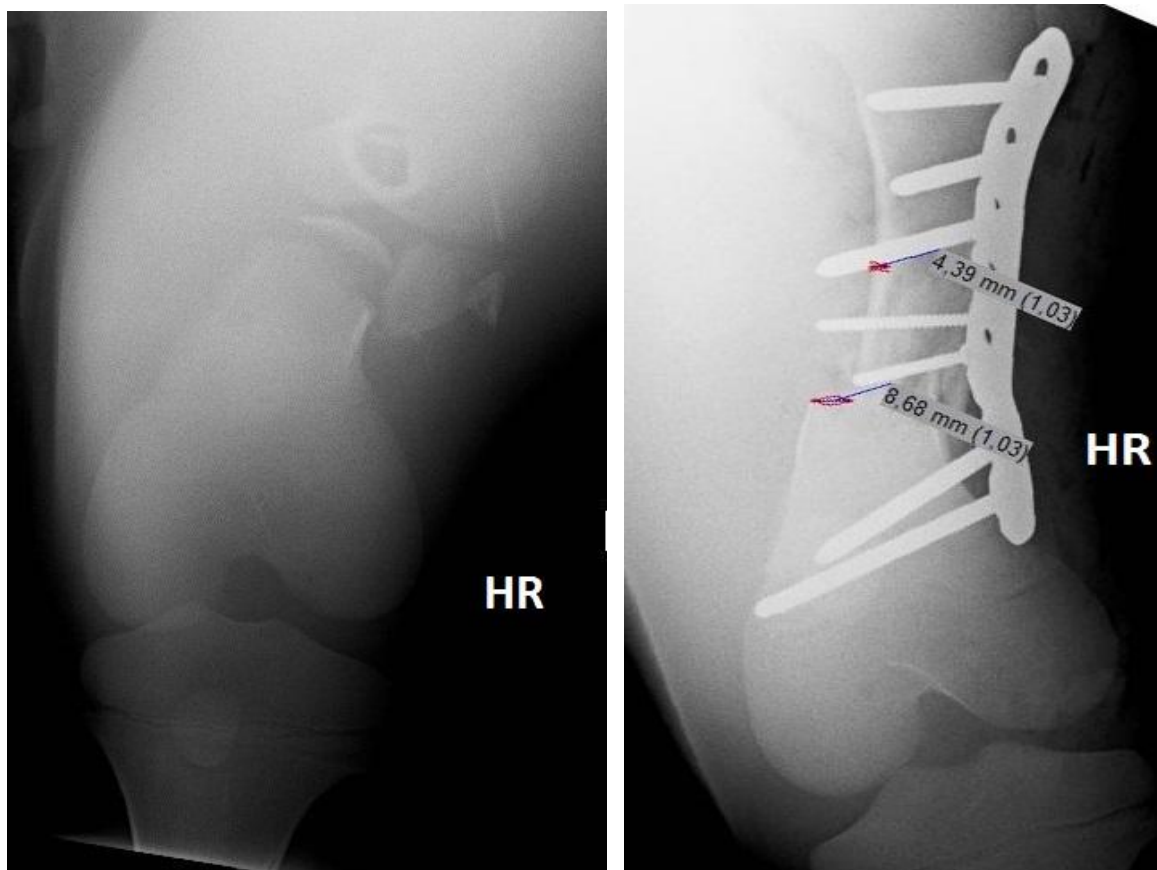


Abb. 32: Röntgenbilder einer chirurgisch behandelten Fraktur des rechten Femurs (Frakturklassifikation: 33C) bei einem zwei Tage alten Fleckviehkalb mit schlechtem Repositionsergebnis im Hinblick auf die Fragmentverschiebung (1,97 Units) nach Osteosynthese mittels LCP

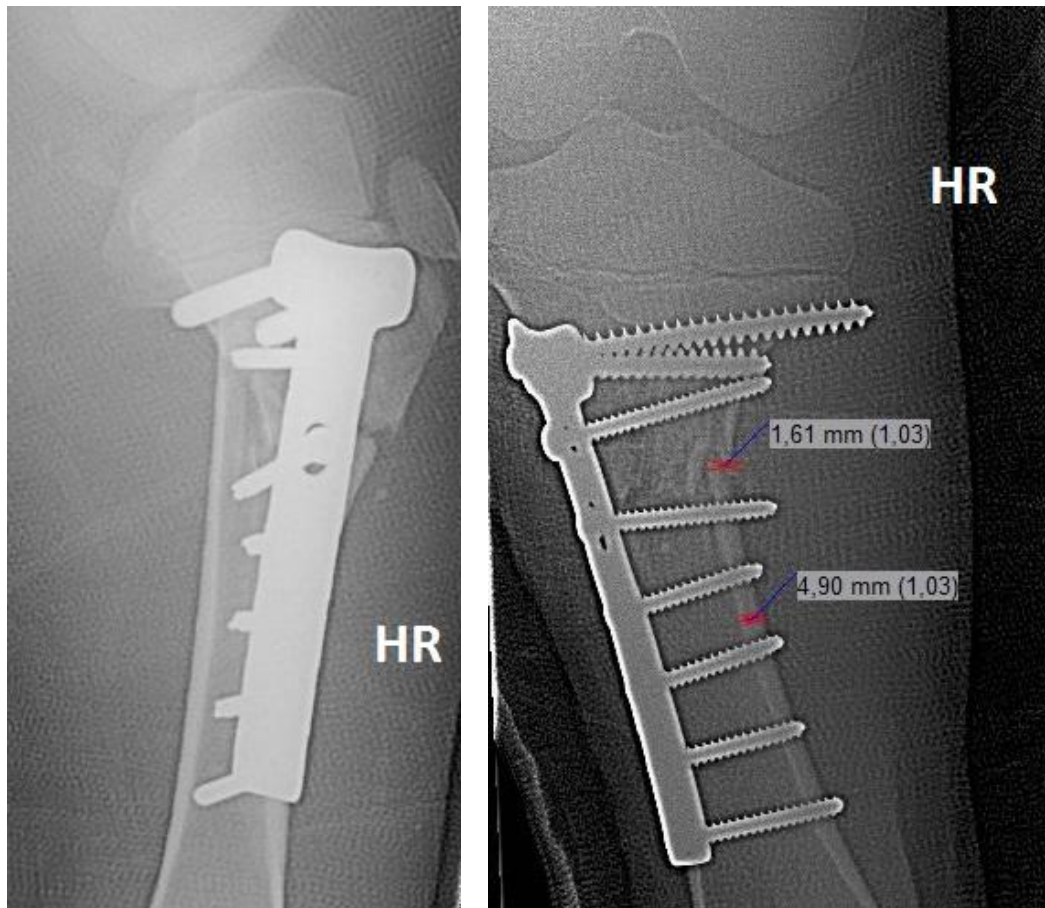


Abb. 33: Röntgenbilder einer rechten Tibiafraktur bei einem fünf Tage alten Fleckviehkalb nach Plattenosteosynthese mittels T-Platte mit gutem Repositionsergebnis im Hinblick auf die Fragmentverschiebung (0,33 Units)

4.1.2 Konservative Behandlungen

Von 87 konservativ behandelten Patienten konnten von 76 die Röntgenbilder nach Frakturreposition ausgewertet werden. Die übrigen Bilder waren aufgrund technischer Probleme nicht mehr verfügbar (2), bei Behandlungen mittels Stallruhe (4) oder aufgrund von Kostenreduktion (5) nicht angefertigt worden. Der Grad der Fragmentverschiebung wurde bei 29 Frakturen (38,2 %) als gut bewertet. Davon konnten 26 Patienten (89,7 %) geheilt werden. Bei 22 Frakturen (28,9 %) wurde die Fragmentverschiebung als mäßig bewertet. Darunter befand sich ein Patient mit einer beidseitigen Metacarpusfraktur mit jeweils mäßiger Fragmentverschiebung. Das Tier verendete zwei Tage nach der Behandlung an den schweren Begleiterkrankungen (Lungenödem, Rippenserienfraktur, persistierender ductus arteriosus). Insgesamt konnten 17 Patienten (72,3 %) aus dieser Gruppe geheilt werden. Die Fragmentverschiebung bei den übrigen 25 Frakturen (32,9 %), von denen 22 (88,0 %) geheilt werden konnten, wurde als schlecht bewertet. Der Fisher-Test zeigt bei den vorliegenden Daten keinen signifikanten Einfluss der Fragmentverschiebung nach konservativer

Frakturversorgung auf den Heilungserfolg der Patienten ($p=0,27$). Abbildungen 34 und 35 zeigen ein schlechtes (33) und ein gutes (34) Repositionsergebnis im Hinblick auf die Fragmentverschiebung.

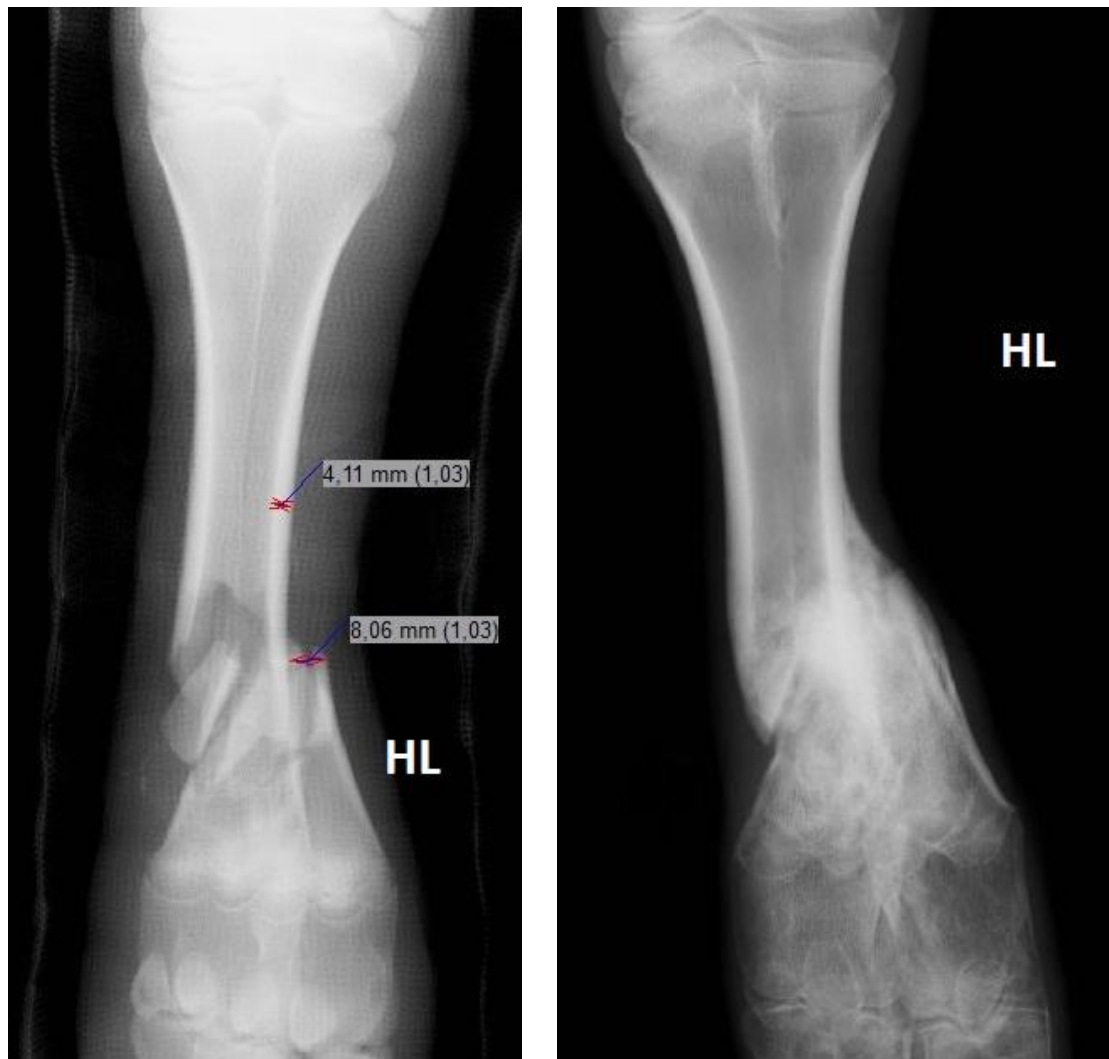


Abb. 34: **links:** schlechtes Repositionsergebnis im Hinblick auf die Fragmentverschiebung (1,96 Units) bei einer diaphysären Splitterfraktur des linken Metatarsus bei einem drei Monate alten Fleckviehkalb nach Castbehandlung (Frakturklassifikation: 63C)

rechts: dieselbe Fraktur nach zehnwöchiger Castbehandlung, man erkennt deutliche Kallusbildung und knöchernen Durchbau der Fraktur

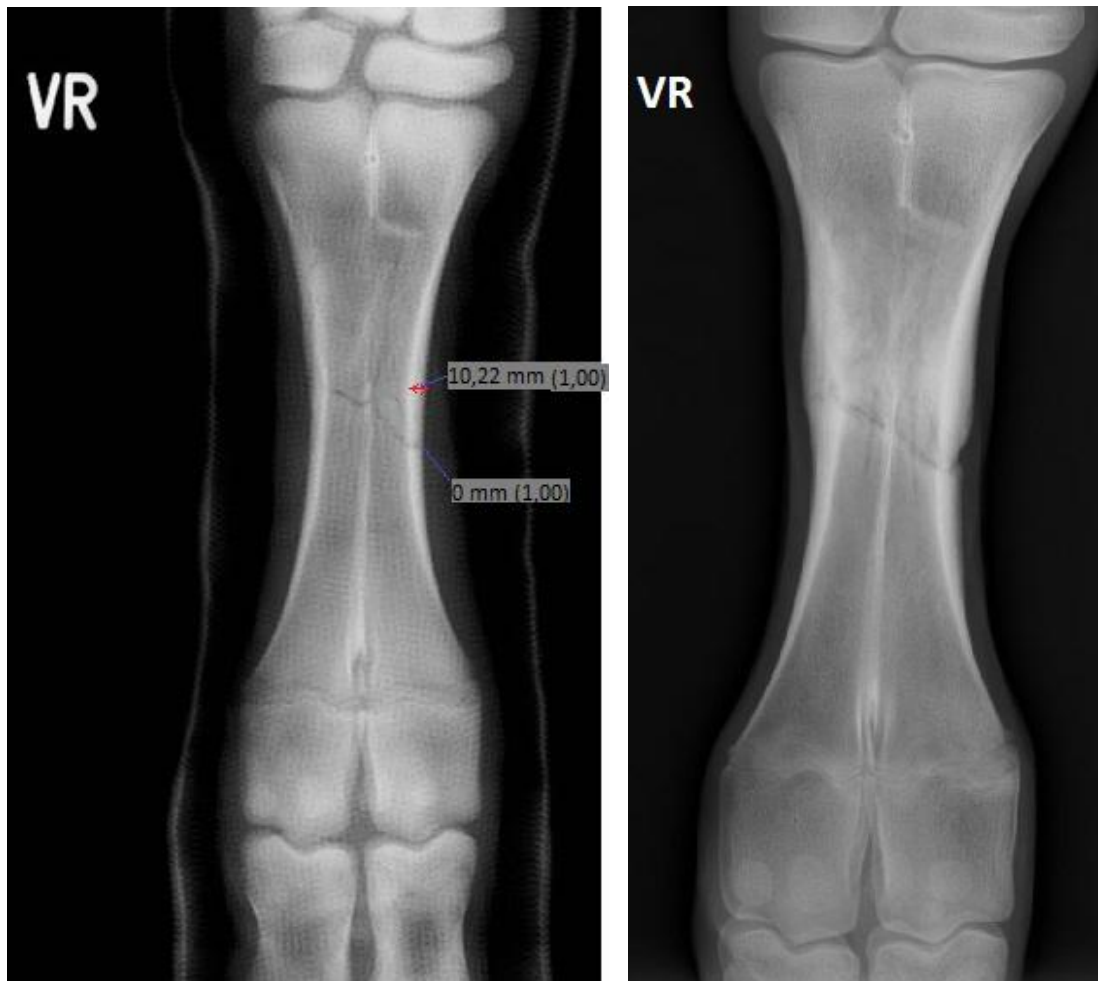


Abb. 35: **links:** gutes Repositionsergebnis im Hinblick auf die Fragmentverschiebung (0 Units) einer diaphysären linken Metacarpusfraktur bei einer circa 400 kg schweren Fleckviehkalbin nach konservativer Versorgung mittels Castverband

Rechts: geringgradige Kallusbildung und bereits teilweiser Durchbau der Metacarpusfraktur bei Röntgenkontrolle nach einem Monat

4.2 Frakturspalt

Das Repositionsergebnis im Hinblick auf den Frakturspalt wurde in Anlehnung an die Arbeit von STEINER et al. (1993) evaluiert. Dafür wurde die Breite des Frakturspaltes in Millimetern an der weitesten Stelle gemessen. Ein Wert von $\leq 0,5$ mm wurde als gut, von 0,51-1 mm als mäßig und von > 1 mm als schlecht evaluiert.

Tabelle 24: Beurteilung des Frakturspaltes nach Reposition bei 54 chirurgisch und 76 konservativ versorgten Frakturen langer Röhrenknochen bei Rindern in Anlehnung an STEINER et al. (1993)

chirurgische Behandlungen					konservative Behandlungen				
Knochen	gut	mäßig	schlecht	Summe	Knochen	gut	mäßig	schlecht	Summe
Humerus	1	0	0	1	Humerus	0	0	0	0
Antebrachium	0	0	6	6	Antebrachium	0	1	1	2
Metacarpus	0	0	4	4	Metacarpus	3	0	37	40
Femur	6	3	14	23	Femur	0	0	0	0
Tibia	2	3	14	19	Tibia	0	0	0	0
Metatarsus	0	0	1	1	Metatarsus	3	0	31	34
Summe	9	6	39	54	Summe	6	1	69	76
davon geheilt					davon geheilt				
Humerus	1	0	0	1	Humerus	0	0	0	0
Antebrachium	0	0	4	4	Antebrachium	0	0	1	1
Metacarpus	0	0	4	4	Metacarpus	2	0	32	34
Femur	4	2	6	12	Femur	0	0	0	0
Tibia	0	3	8	11	Tibia	0	0	0	0
Metatarsus	0	0	1	1	Metatarsus	3	0	27	30
Summe	5	5	23	33	Summe	5	0	60	65
geheilt in %	55,6	83,3	57,0	61,1	geheilt in %	83,3	0,0	87,0	85,5

Gut: $\leq 0,5$ mm, mäßig: 0,51-1 mm, schlecht: > 1 mm

4.2.1 Chirurgische Behandlungen

Von 65 chirurgisch behandelten Patienten konnten von 54 Röntgenbilder nach Frakturposition im Hinblick auf den Frakturspalt ausgewertet werden (vergleiche 4.1.1). In neun Fällen (16,7 %) konnte die verbliebene Breite des Frakturspalt als gut bewertet werden. Aus dieser Gruppe wurden fünf Patienten (55,6 %) geheilt. Weitere sechs Fälle (11,1 %) wurden als mäßig bewertet. Davon konnten fünf Tiere (83,4 %) geheilt werden. Als schlecht wurde die Breite des Frakturspalt bei 39 Patienten (72,2 %) bewertet, von denen 23 (59 %) geheilt werden konnten. Im Fisher-Test zeigten diese Unterschiede keine Signifikanz ($p=0,66$). Die Abbildungen 36-38 zeigen schlechte und gute radiologische Repositionsergebnisse nach chirurgischer Frakturversorgung.

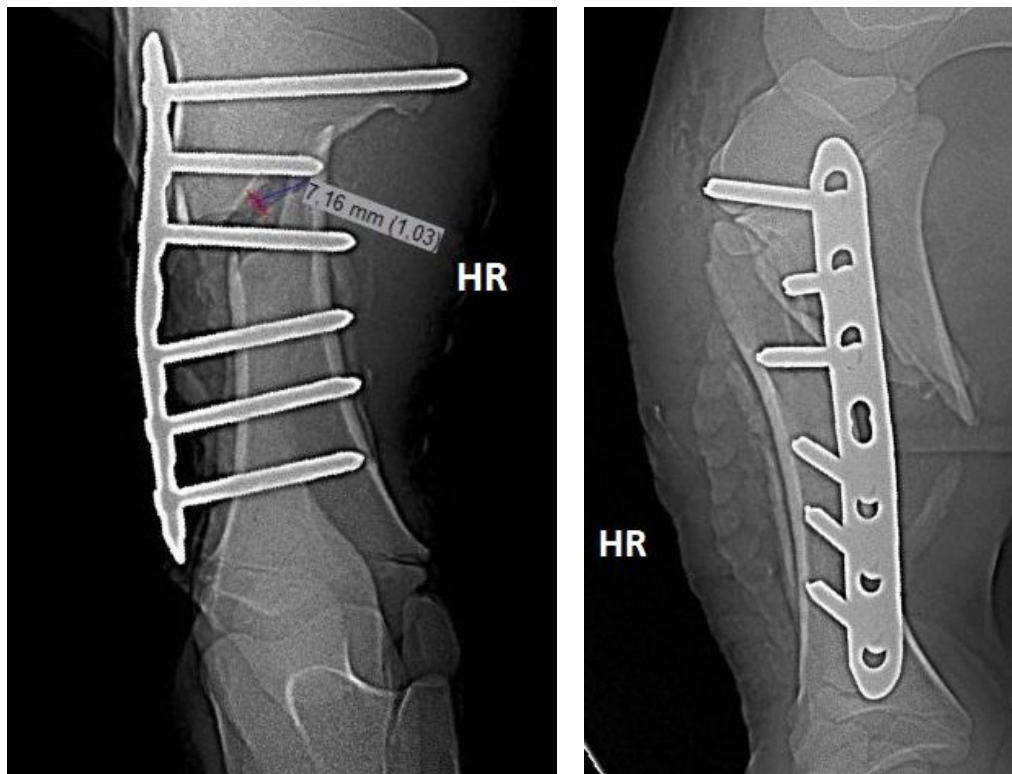


Abb. 36: schlechtes Repositionsergebnis im Hinblick auf den Frakturspalt (7,16 mm) bei einer Tibiafraktur (Frakturklassifikation: 42A) nach chirurgischer Versorgung mittels LCP bei einem elf Tage alten Fleckviehkalb



Abb. 37: Röntgenbilder der rechten Tibiafraktur aus Abb. 36 nach siebenwöchiger Verplattung mittels LCP, man erkennt große Mengen an knöchernem Kallus. Das Kalb konnte trotz schlechtem Repositionsergebnis geheilt werden.

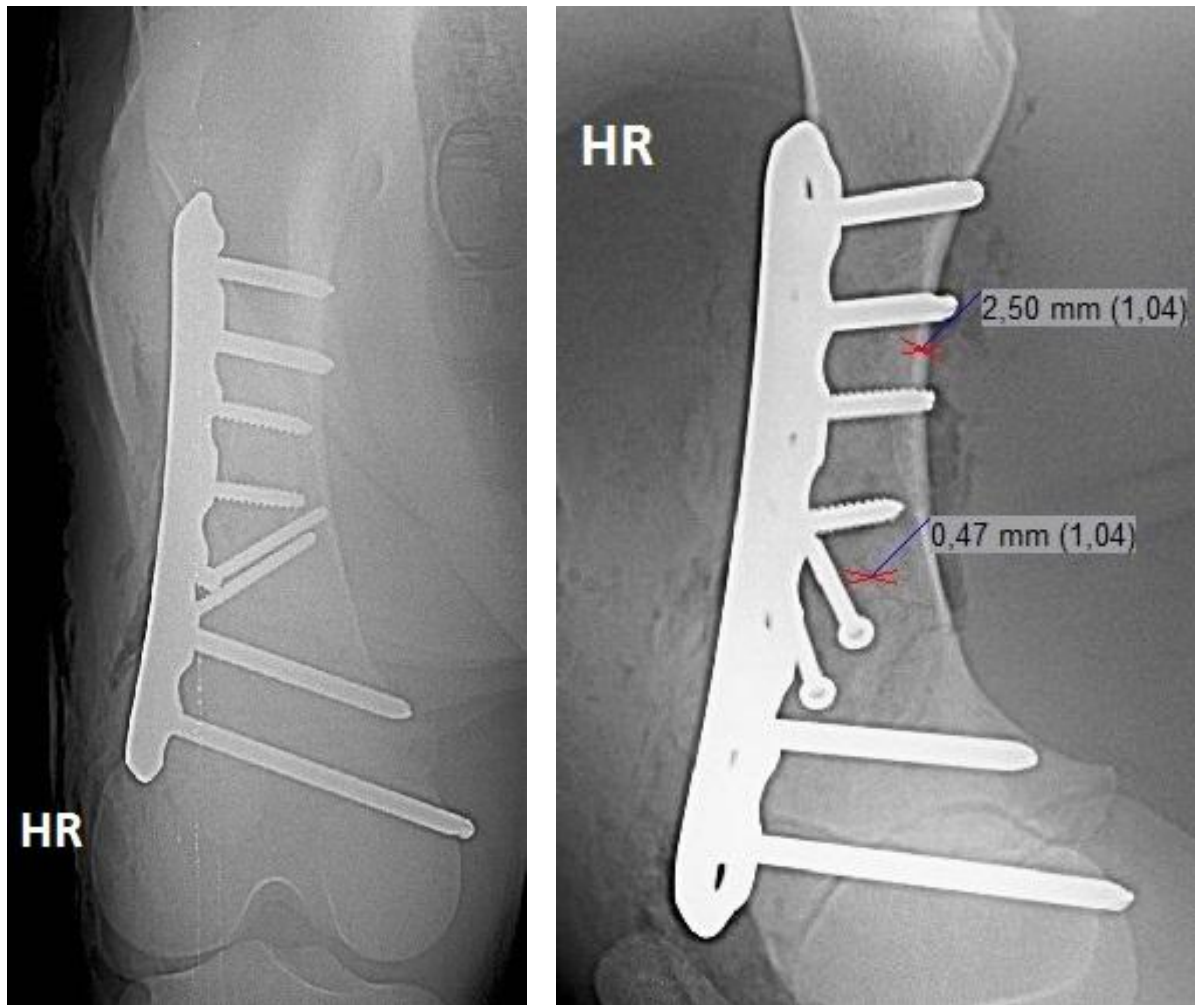


Abb. 38: Röntgenbilder einer chirurgisch versorgten Femurfraktur eines drei Tage alten Braunviehkalbes (Frakturklassifikation: 33A) mit gutem Repositionsergebnis im Hinblick auf den Frakturspalt (0,47 mm) nach chirurgischer Versorgung mittels LCP

4.2.2 Konservative Behandlungen

Von den 87 konservativ behandelten Patienten konnten in 76 Fällen Röntgenbilder nach Frakturreposition im Hinblick auf den Frakturspalt ausgewertet werden (siehe 4.1.2). In sechs Fällen (7,9 %) wurde die Breite des Frakturspalt nach Frakturreposition als gut bewertet. Fünf dieser Patienten (83,4 %) konnten geheilt werden. Als mäßig wurde die Breite des Frakturspalt bei einem Tier (1,5 %), das nicht geheilt werden konnte, bewertet. Die übrigen 69 Fälle (90,8 %) wurden als schlecht evaluiert. Hiervon konnten 60 Patienten (87,0 %) geheilt werden. Diese Unterschiede waren im Fisher-Test nicht signifikant ($p=0,1$). Abbildungen 39-41 zeigen Röntgenbilder mit schlechtem (39+40) und gutem (41) Repositionsergebnis im Hinblick auf den Frakturspalt nach konservativer Frakturversorgung.

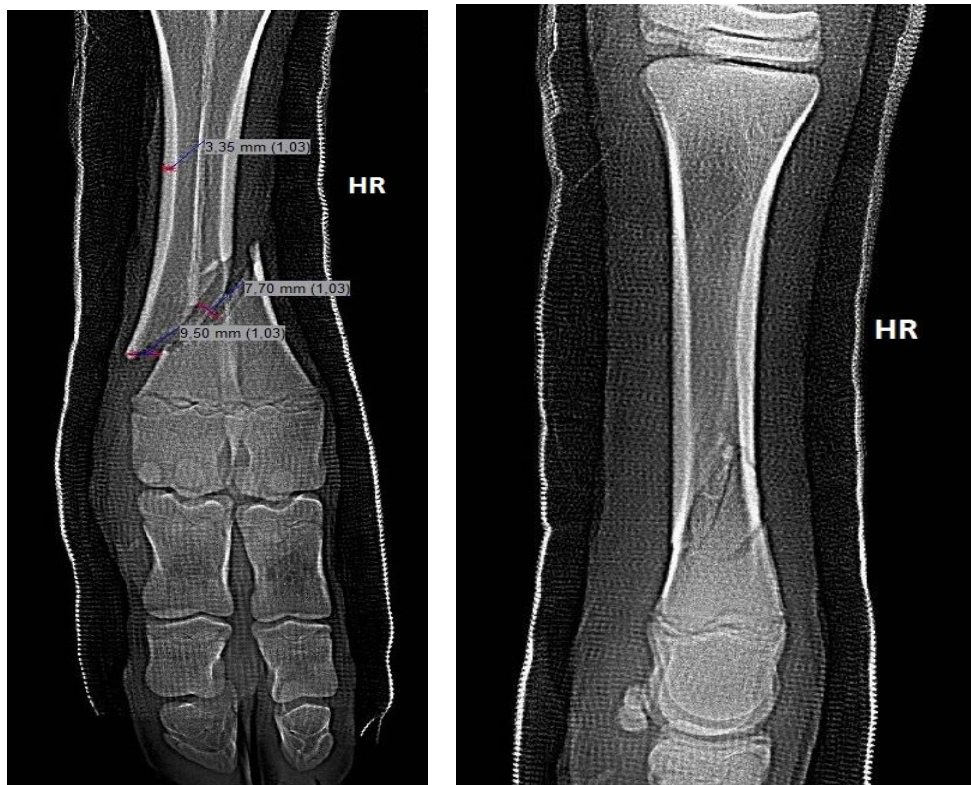


Abb. 39: Röntgenbilder einer diaphysären Schrägfraktur des Metatarsus (Frakturklassifikation: 63A) mit schlechtem Repositionsergebnis im Hinblick auf den Frakturspalt (7,7 mm) bei einem neugeborenen Fleckviehkalb nach konservativer Frakturversorgung mittels Castverband



Abb. 40: Röntgenbilder der Metatarsusfraktur aus Abb. 39 nach fünfwöchiger Castbehandlung. Die Fraktur war klinisch stabil und zeigte bereits knöchernen Durchbau

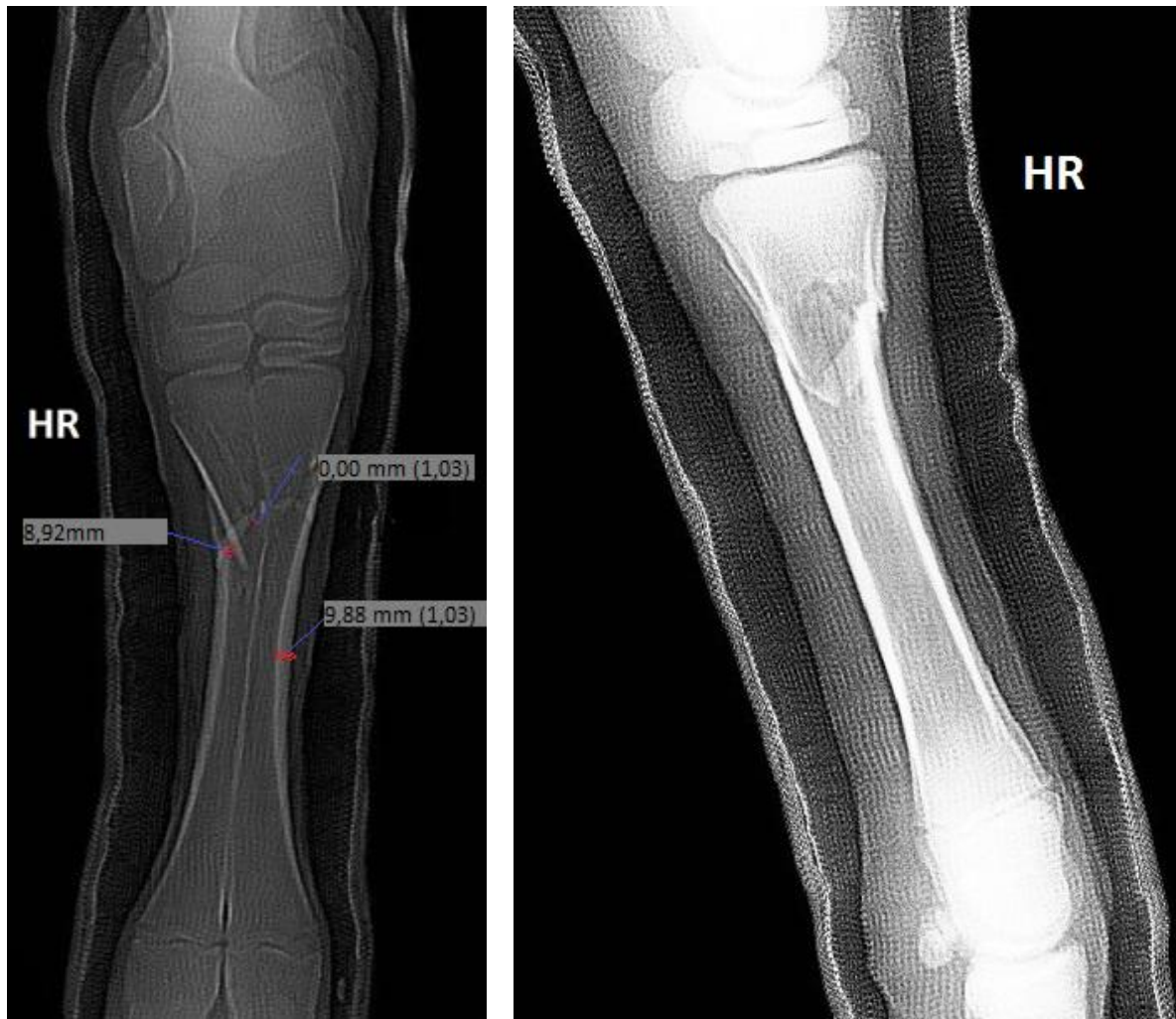


Abb. 41: Röntgenbilder einer einfachen metaphysären Fraktur des rechten Metatarsus (Frakturklassifikation: 62A) mit gutem Repositionsergebnis im Hinblick auf den Frakturspalt (0 mm) nach gedeckter Reposition und Fixierung mittels Castverbandes bei einem ein Tag alten Fleckviehkalb

5 Implantatentfernung

Insgesamt führte bei 33 Patienten die chirurgische Versorgung zum Heilungserfolg. Bei 22 dieser Patienten (66,7 %) wurde eine Implantatentfernung durchgeführt. In einem Fall handelte es sich um eine Osteosynthese durch Schraube einer offenen Salter Harris Typ II Fraktur des Radius mit je einer Kortikalis- und einer Spongiaschraube bei einem neugeborenen Fleckviehkalb. Nach 22 Tagen wurden beide Schrauben entfernt und das Tier konnte in der Folge als geheilt entlassen werden.

Die übrigen 21 Fälle betrafen Patienten, die mit Plattenosteosynthesen versorgt worden waren. Insgesamt waren 31 Patienten nach Plattenosteosynthese als geheilt entlassen worden. Zehn dieser Patienten wurden nicht zu Implantatentfernung vorgestellt. Die Gründe hierfür lagen meist in wirtschaftlichen Überlegungen der Besitzer. In keinem dieser Fälle wurde von Spätkomplikationen berichtet, die durch das Implantat entstanden waren. Bei den 21 von 31 Fällen (67,7 %) wurden die Platten durchschnittlich 102,2 Tage und median 107 Tage nach Ersteinlieferung an die Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung wieder entfernt. Der Maximalwert betrug 167 Tage. Der Minimalwert bis zur Implantatentfernung betrug 63 Tage. Hierbei handelte es sich um ein Braunviehkalb mit einer Fraktur des Femurs. Die frühe Entfernung des Implantats war der Lockerung desselben geschuldet. In der Folge entwickelte das Tier eine Osteomyelitis, die allerdings erfolgreich mittels parenteraler Applikation von Antiinfektiva therapiert werden konnte. Das Kalb konnte elf Tage nach Implantatentfernung als geheilt entlassen werden.

6 Einfluss von Begleiterkrankungen auf den Therapieausgang

6.1 Tiere mit Begleiterkrankungen

Von den 202 Patienten entwickelten 135 (66,8 %) im Behandlungsverlauf eine oder mehrere Begleiterkrankungen, die nicht in direktem Zusammenhang mit der Fraktur standen, oder wurden bereits mit solchen eingeliefert. Die häufigsten Begleiterkrankungen waren hierbei Neugeborenendurchfall (72), Nabelerkrankungen (30), Lungenentzündungen (29), Neuromyodysplasia congenita (12) und Sepsis (7). Die genaue Verteilung von Begleiterkrankungen auf die einzelnen Altersgruppen und die Behandlungsform ist Tabelle 25 zu entnehmen und in Abbildung 41 graphisch dargestellt. Von den 135 Patienten mit Begleiterkrankung wurden 104 behandelt, wovon 67 (64,4 %) geheilt wurden. Die übrigen 37 Tiere verstarben oder mussten im Behandlungsverlauf eingeschläfert werden.

Tabelle 25: Übersicht über 104 behandelte Patienten mit Frakturen langer Röhrenknochen mit Begleiterkrankungen (die Prozentangaben beziehen sich auf die vorangehende Spalte)

	Tiere mit Begleiterkrankungen					
Behandlung	konservativ		chirurgisch		gesamt	
Altersklasse	behandelt	geheilt	behandelt	geheilt	behandelt	geheilt
bis 2 Wochen	44	33 (75,0 %)	49	25 (51,0 %)	93	58 (62,4 %)
über 2 Wochen	9	7 (77,8 %)	2	2 (100,0 %)	11	9 (81,8 %)
Anzahl gesamt:	53	40 (75,5 %)	51	27 (52,9 %)	104	67 (64,4 %)

6.2 Tiere ohne Begleiterkrankungen

Insgesamt 67 Patienten (33,2 %) waren nicht von Begleiterkrankungen betroffen. Davon wurden 48 Tiere behandelt und 36 (75,0 %) konnten geheilt werden. Die genaue Verteilung auf die Behandlungsmethoden und einzelnen Altersklassen ist Tabelle 26 zu entnehmen.

Tabelle 26: Übersicht über 48 behandelte Patienten mit Frakturen an langen Röhrenknochen ohne Begleiterkrankung (die Prozentangaben beziehen sich auf die vorangehende Spalte)

	Tiere ohne Begleiterkrankung					
Behandlung	konservativ		chirurgisch		gesamt	
Altersklasse	behandelt	geheilt	behandelt	geheilt	behandelt	geheilt
bis 2 Wochen	9	9 (100,0 %)	6	1 (16,7 %)	15	10 (66,7 %)
älter als ein Jahr	25	21 (84,0 %)	8	5 (62,5 %)	33	26 (78,8 %)
Anzahl gesamt:	34	30 (88,2 %)	14	6 (42,9 %)	48	36 (75,0 %)

6.3 Einfluss von Begleiterkrankungen

Der Einfluss von Begleiterkrankungen auf den Behandlungserfolg von Frakturpatienten war damit bei den behandelten Tieren nicht signifikant ($p=0,19$). Auch im Hinblick auf den Einfluss von Begleiterkrankungen bei den beiden Behandlungsverfahren waren die Unterschiede beim Heilungserfolg statistisch nicht signifikant (chirurgische Behandlungen: $p=0,504$; konservative Behandlungen: $p=0,14$). Auch bei Betrachtung der verschiedenen Altersgruppen konnte bei der Gruppe der behandelten Tiere kein signifikanter Einfluss von Begleiterkrankungen auf das Behandlungsergebnis festgestellt werden (Altersgruppe bis zwei Wochen: $p=0,75$; Altersgruppe über zwei Wochen: $p=0,83$). Abbildung 42 stellt die Heilungsquote von Patienten mit und ohne Begleiterkrankung graphisch dar.

Tiere ohne Begleiterkrankung verblieben durchschnittlich 20,2 und median 14,5 Tage in der Klinik, während Patienten mit Begleiterkrankung im Durchschnitt 29 und im Median 26 Tage stationär an der Klinik verblieben. Im Mann-Whitney-U-Test war dieser Unterschied signifikant ($p<0,001$).

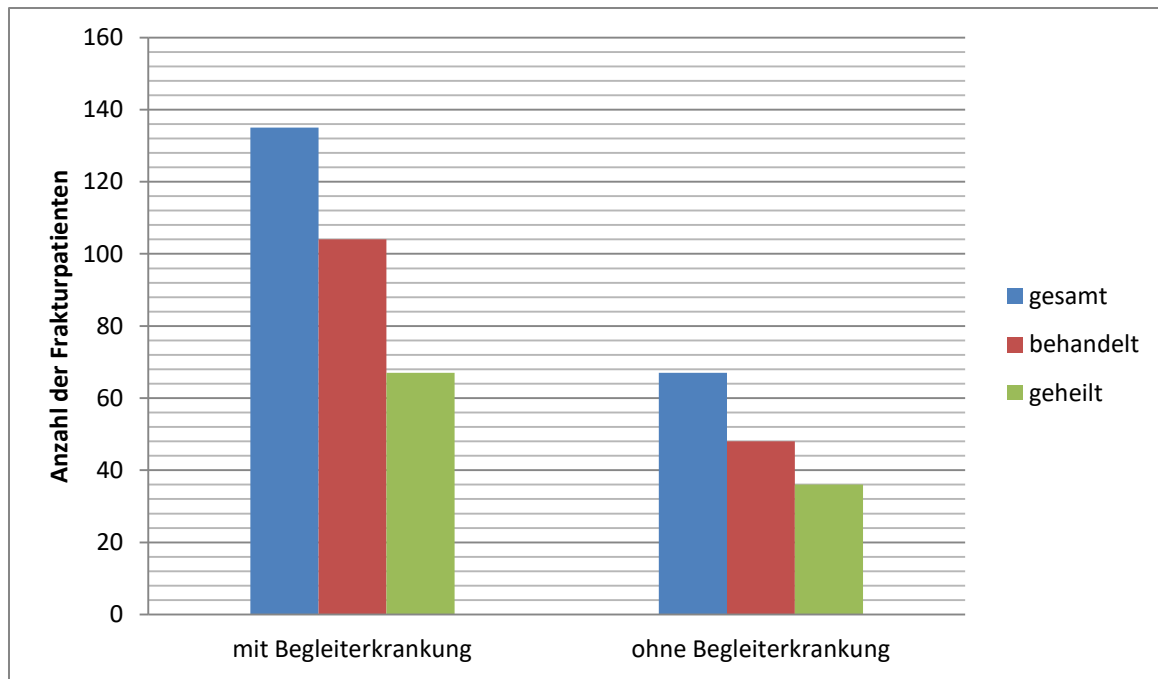


Abbildung 42: Verteilung der 202 Frakturpatienten mit und ohne Begleiterkrankungen, sowie deren Behandlung und Therapieerfolg

7 Einfluss von Komplikationen auf den Therapieausgang

Von insgesamt 152 behandelten Tieren kam es in 67 Fällen (44,1 %) zu Komplikationen, die in direktem Zusammenhang mit der Fraktur und deren Behandlung standen. Von diesen 67 Tieren konnten 34 (50,7 %) als geheilt aus der Klinik entlassen werden, während von den 85 behandelten Patienten ohne Komplikation 69 (81,2 %) geheilt werden konnten. Diese Werte sind in Abbildung 43 graphisch dargestellt. Im Chi-Quadrat-Test waren diese Unterschiede signifikant ($p < 0,001$), sodass in der vorliegenden Studie das Auftreten von Komplikationen einen signifikant negativen Einfluss auf das Behandlungsergebnis hatte. Des Weiteren zeigte sich im Chi-Quadrat-Test, dass Komplikationen bei chirurgischer Behandlung signifikant häufiger auftraten, als dies bei konservativen Behandlungen der Fall war ($p < 0,001$). Tiere, bei denen Komplikationen auftraten, hatten einen durchschnittlichen Klinikaufenthalt von 34,1 und median von 29 Tagen, während Tiere ohne Komplikationen durchschnittlich 22,5 und median 18,5 Tage in der Klinik verblieben. Im Mann-Whitney-U-Test war dieser Unterschied signifikant ($p = 0,002$).

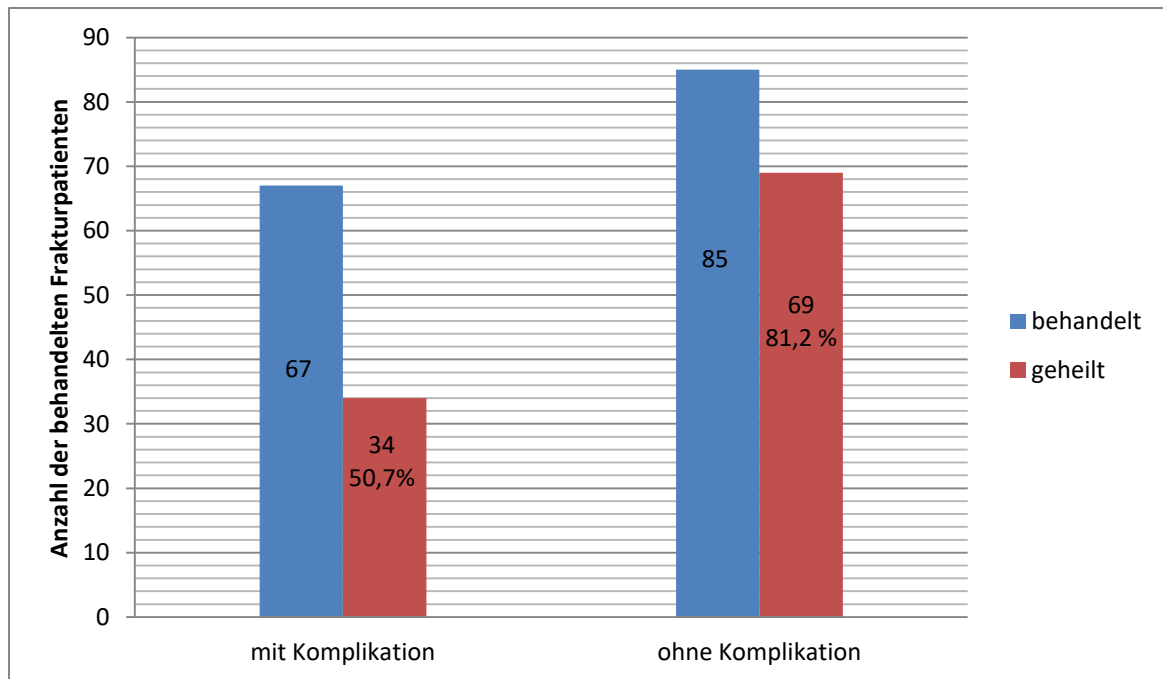


Abbildung 43: Übersicht über 152 behandelte Frakturpatienten und deren Therapieausgang im Hinblick auf das Auftreten von Behandlungskomplikationen

7.1 Komplikationen bei konservativen Behandlungen

Von den 87 Fällen, die konservativ behandelt wurden, kam es bei 23 (26,4 %) zu Komplikationen. Als häufigste Komplikation traten hierbei Dekubitalstellen (19) auf. Dabei handelte es sich in elf Fällen um Druckstellen unter dem Cast und in acht Fällen um Liegestellen. In einem Fall kam es zu einer Fraktur einer vorher nicht betroffenen Gliedmaße. Im einzigen Fall, in dem ein blutiger Walking Cast angebracht worden war, kam es zur Verbiegung und zum Ausriss der Bohrdrähte und in der Folge zur Frakturverschiebung. Beide Patienten mussten daraufhin eingeschläfert werden.

Von den insgesamt 23 konservativ behandelten Patienten, bei denen es zu Komplikationen kam, konnten 16 (69,6 %) die Klinik geheilt verlassen. Ihr Klinikaufenthalt betrug durchschnittlich 27,8 und median 18,5 Tage. Bei konservativ behandelten Tieren ohne Komplikationen betrug er im Durchschnitt 22,1 und im Median 18 Tage. Von den 64 konservativ behandelten Tieren, bei denen keine Komplikationen auftraten, konnten 54 (84,4 %) die Klinik geheilt verlassen. Im Chi-Quadrat-Test hatte das Auftreten von Komplikationen bei konservativer Behandlung keinen signifikanten Einfluss auf das Behandlungsergebnis, zeigte aber eine Tendenz dazu ($p=0,082$).

7.2 Komplikationen bei chirurgischen Behandlungen

Von den insgesamt 65 Tieren, die chirurgisch behandelt wurden, kam es in 44 Fällen (67,7 %) zu Komplikationen. In sieben Fällen traten die Komplikationen bereits in der Operationsphase auf. Sechs Fälle betrafen Osteosynthesen des Femurs. In fünf Fällen war wegen starker Muskelkontraktion eine Reposition nicht möglich und in einem Fall wurde die Operation aufgrund zu starker Splitterung des Knochens abgebrochen. Der verbleibende Fall betraf eine Osteosynthese an der Tibia bei einem zwei Tage alten Kalb. Hier konnte die Fraktur aufgrund starker Muskelkontraktion nicht reponiert werden. Eine Übersicht über die Patienten die aufgrund intraoperativer Komplikationen eingeschläfert werden mussten, ist Tabelle 27 zu entnehmen.

Tabelle 27: Übersicht über die sieben Frakturkälber, die aufgrund schwerwiegender Komplikationen bereits während der Operation eingeschläfert werden mussten

Fallnr.	Gewicht in kg	Alter in Tagen	Geschlecht	Alter der Fraktur bei Einlieferung in Tagen	Fraktur- klassi- fikation	Grund für die Euthanasie
3/8	275	262	w	1	34B	Reposition nicht möglich
3/11	53,5	1	m	1	33A	Reposition nicht möglich
3/18	60	6	m	6	33B	Reposition nicht möglich
3/14	53	8	m	8	34C	Fibrin + Kallusbildung, Reposition nicht möglich
3/19	102	101	w	7	34C	Reposition nicht möglich
3/21	225	208	w	1	nb	hgr. Splitterung
4/8	40	2	w	2	43C	Reposition nicht möglich

Bei den restlichen 37 Patienten waren die häufigsten Komplikationen Dekubitalstellen (6x unter Cast; 7x Liegestelle) und Wundinfektionen (13), Implantatlockerung (10), Osteomyelitis (4) in Verbindung mit Implantatlockerung (1), Wundinfektion (1) oder Serombildung (2), Überlastung der kontralateralen Gliedmaße (3) oder Refraktur (1). Zur Ausbildung einer Sepsis kam es in Kombination mit Implantatlockerung in einem Fall, in Kombination mit Wundinfektion in zwei Fällen und in Kombination mit Osteomyelitis in einem Fall. Tabelle 28 zeigt die Verteilung von Wundinfektionen und Implantatlockerungen auf die betroffenen Knochen.

Von den 44 Patienten, bei denen Komplikationen bei chirurgischen Behandlungsmethoden auftraten, konnten 18 (40,9 %) die Klinik als geheilt verlassen. Betrachtet man nur die Tiere,

bei denen die Komplikationen erst im postoperativen Verlauf aufgetreten waren, liegt der Prozentsatz der geheilten Patienten nach chirurgischer Behandlung bei 48,6 %. Ihr Klinikaufenthalt betrug durchschnittlich 39 und median 31 Tage, während chirurgisch behandelte Tiere ohne Komplikationen im Durchschnitt 22,8 und median 23 Tage Klinikaufenthalt benötigten. Von den 21 chirurgisch behandelten Tieren ohne Komplikation konnten 15 (71,4 %) geheilt werden. Im Chi-Quadrat-Test hatte das Auftreten von Komplikationen bei chirurgischer Behandlung keinen signifikanten Einfluss auf die Heilungsquote, ließ jedoch eine Tendenz erkennen ($p=0,072$). Bei reiner Betrachtung der Plattenosteosynthesen ergab sich eine postoperative Komplikationsrate von 63,0 %.

Tabelle 28: Verteilung der häufigsten Komplikationen bei chirurgischer Behandlung auf die betroffenen Knochen (die Prozentangaben beziehen sich auf die Gesamtzahl der Behandlungen an diesem Knochen)

häufigste Komplikationen	Knochen							
	Femur		Tibia		Antebrachium		Metacarpus	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Wundinfektion	5	16,1	7	36,8	0	0,0	1	25,0
Implantatlockerung	5	16,1	3	15,8	2	25,0	0	0,0
gesamte Behandlungen	31		19		8		4	

8 Einfluss des Zeitpunkts der Einlieferung auf den Therapieausgang

Die meisten Tiere (82,3 %) wurden innerhalb von drei Tagen nach Auftreten der Fraktur in die Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung eingeliefert. So dauerte es durchschnittlich 2,2 Tage und median einen Tag bis die Tiere an die Klinik verbracht wurden. Die maximale Dauer betrug 28 und die minimale Dauer null Tage. In einem Fall konnte der genaue Zeitpunkt des Traumas nicht mehr nachvollzogen werden. Von den übrigen 207 Frakturen wurden 171 innerhalb der ersten drei Tage und 36 später eingeliefert. Die Verteilung der Einlieferungsdauer auf die einzelnen Knochen ist Tabelle 29 zu entnehmen.

Tabelle 29: Übersicht über die Dauer bis zur Einlieferung von 201 Patienten mit Frakturen langer Röhrenknochen (bei einem Fall konnte keine Angabe zum Zeitpunkt der Frakturentstehung gemacht werden)

Knochen	Alter der Fraktur bei Einlieferung in Tagen			
	Minimum	Maximum	Durchschnitt	Median
Metacarpus	0	21	2,1	1
Metatarsus	0	28	1,6	1
Humerus	0	3	1,1	1
Antebrachium	0	4	1,4	1
Femur	0	9	3,3	2
Tibia	0	21	2,2	1

Von den 170 Frakturen, die innerhalb der ersten drei Tage nach Frakturentstehung eingeliefert wurden, erhielten 129 (75,8 %) eine Behandlung, von denen 89 (69,0 %) geheilt werden konnten. Von den 37 Frakturen, die später als drei Tage nach Frakturentstehung eingeliefert wurden, kam 24 (64,9 %) eine Behandlung zuteil und 14 (58,3 %) davon konnten geheilt werden. Die genauen Fallzahlen sind in Tabelle 30 festgehalten. Im Chi-Quadrat-Test konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen im Hinblick auf die Heilungsquote festgestellt werden ($p=0,33$). Bei einer Tibiafraktur konnte retrospektiv nicht mehr nachvollzogen werden, wann genau die Fraktur entstanden war, deshalb wurde sie für dieses Kapitel ausgeschlossen.

Tabelle 30: Ausgang der Frakturbehandlungen im Hinblick auf das Alter der Fraktur bei Einlieferung von 207 Frakturen langer Röhrenknochen bei 201 Rindern (die Prozentangaben beziehen sich auf die vorangehende Spalte)

Knochen	Alter der Fraktur bei Einlieferung in Tagen					
	≤ 3			> 3		
	gesamt	behandelt	geheilt	gesamt	behandelt	geheilt
Humerus	7	3 (42,9 %)	3 (100,0 %)	0	0	0
Antebrachium	11	9 (81,2 %)	5 (55,6 %)	1	1 (100,0 %)	1 (100,0 %)
Metacarpus	49	40 (81,6 %)	32 (80,0 %)	12	8 (66,7 %)	7 (87,5 %)
Femur	36	22 (61,1 %)	8 (36,4 %)	17	11 (64,7 %)	4 (36,4 %)
Tibia	24	16 (66,7 %)	9 (56,3 %)	5	3 (60,0 %)	1 (33,3 %)
Metatarsus	43	39 (95,1 %)	32 (82,1 %)	2	1 (50,0 %)	1 (100,0 %)
Gesamt	170	129 (75,8 %)	89 (69,0 %)	37	24 (64,9 %)	14 (58,3 %)

9 Einfluss von Laborparametern mit Aussagekraft über die Kolostrumversorgung auf den Therapieausgang

Im Rahmen dieser Untersuchung konnten von insgesamt 120 Patienten im Alter von bis zu einer Woche Laborwerte bei Einlieferung retrospektiv ausgewertet und auf deren Einfluss auf den Behandlungsausgang hin untersucht werden.

9.1 Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT)

Von 127 Patienten im Alter von bis zu einer Woche konnten in 120 Fällen die GGT-Werte retrospektiv ausgewertet werden. Bei 36 Patienten (im nachfolgenden Abschnitt als GGT-Gruppe 1 bezeichnet) war dieser Wert bei Einlieferung nicht größer als 200 U/l, bei 84 (GGT-Gruppe 2) lag er über 200 U/l. Aus der Gruppe der Tiere mit Werten unter 200 U/l wurden 25 (69,4 %) behandelt, von denen insgesamt zwölf (48,0 %) die Klinik als geheilt verlassen konnten. Von den Patienten aus GGT-Gruppe 2 wurden 75 (89,3 %) behandelt und 51 (68,0 %) geheilt. Auf die Gesamtzahl betrachtet waren diese Unterschiede im Chi-Quadrat-Test signifikant, sodass in dieser Studie Tiere, die mit einer GGT von 200 U/l oder niedriger eingeliefert wurden, signifikant schlechtere Heilungschancen hatten, als Tiere mit höheren Werten ($p=0,0073$). Betrachtet man nur die Gruppe der behandelten Tiere, so sind die Auswirkungen nicht signifikant, zeigen aber eine Tendenz dazu ($p=0,058$).

9.1.1 Einfluss der GGT bei konservativen Behandlungen

Insgesamt wurden 50 Patienten konservativ behandelt. Darunter waren 14 Tiere (28,0 %) mit Werten, die 200 U/l nicht überstiegen und weitere 36 (72,0 %) mit Werten über 200 U/l. Aus GGT-Gruppe 1 konnten neun Tiere (64,3 %) und aus GGT-Gruppe 2 30 Tiere (83,3 %) geheilt werden. In Abbildung 44 werden diese Werte graphisch verdeutlicht. Die Unterschiede waren im Chi-Quadrat-Test nicht signifikant ($p=0,144$).

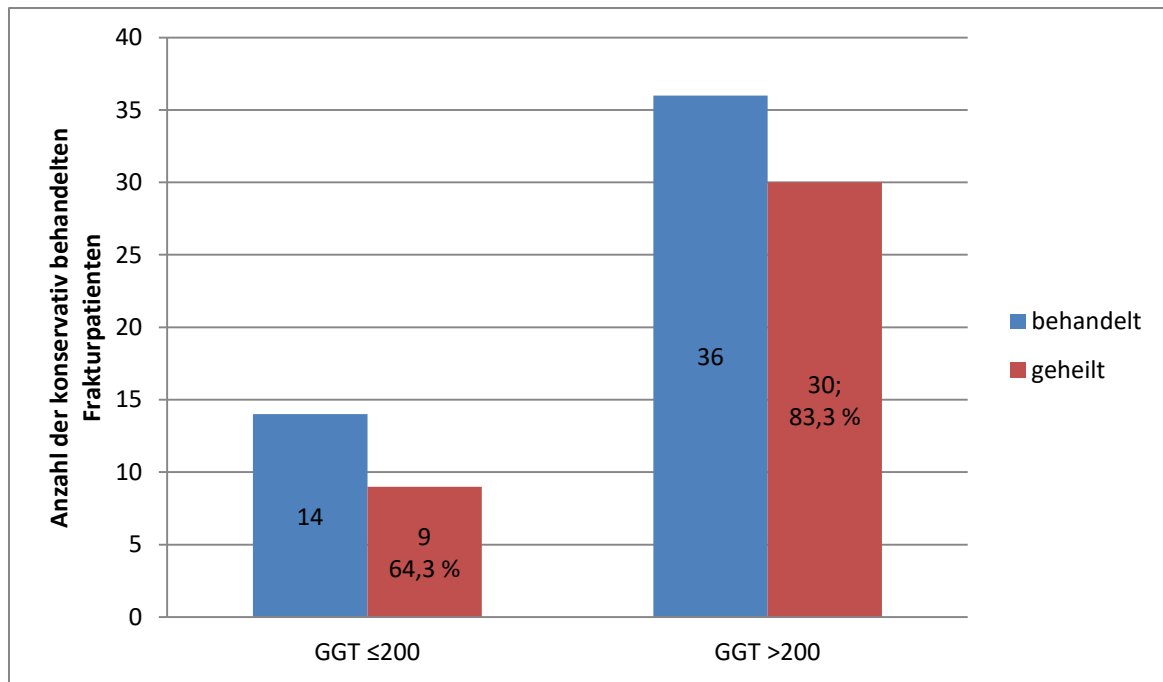


Abbildung 44: Übersicht über die 50 konservativ behandelten Frakturkälber mit schlechten GGT-Werten (≤ 200 U/l) und guten GGT-Werten (>200 U/l) und deren Behandlungsausgang

9.1.2 Einfluss der GGT bei chirurgischen Behandlungen

Von den insgesamt 51 chirurgischen Behandlungen bei jungen Kälbern entfielen elf (21,6 %) auf GGT-Gruppe 1 und 40 (78,4 %) auf GGT-Gruppe 2. Aus GGT-Gruppe 1 konnten drei Tiere (27,3 %) und aus GGT-Gruppe 2 21 Tiere (52,5 %) die Klinik als geheilt verlassen. Abbildung 45 stellt diese Werte graphisch dar. Im Fisher-Test zeigten diese Unterschiede keine Signifikanz ($p=0,182$).

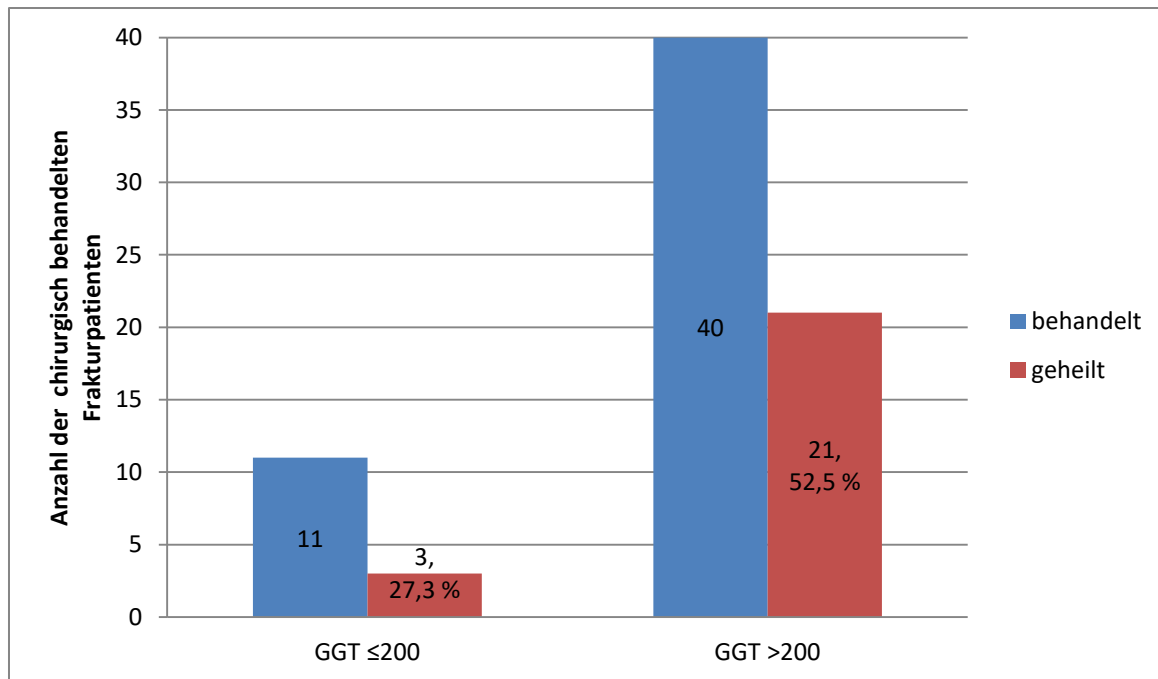


Abbildung 45: Übersicht über die 51 chirurgisch behandelten Frakturkälber mit schlechten GGT-Werten (≤ 200 U/l) und guten GGT-Werten (>200 U/l) und deren Behandlungsergebnis

9.2 Einfluss von Gesamteiweiß (GE) auf den Therapieausgang

Von den 127 Patienten im Alter von bis zu einer Woche konnte von 120 der Gesamteiweißwert bei Einlieferung ausgewertet werden. Bei 74 der Patienten (61,7 %) (im weiteren Verlauf des Abschnittes als GE-Gruppe 1 bezeichnet) lag dieser nicht über 50 g/l, während er bei 46 Patienten (38,3 %) (GE-Gruppe 2) darüber lag. Aus GE-Gruppe 1 wurden 61 Patienten (82,4 %) behandelt, von denen 33 (54,1 %) die Klinik geheilt verlassen konnten. Aus GE-Gruppe 2 kam 40 Patienten (87,0 %) eine Behandlung zu, welche bei 30 (75,0 %) zum Erfolg führte. Abbildung 46 verdeutlicht diese Werte graphisch. Im Chi-Quadrat-Test stellten sich diese Unterschiede als statistisch signifikant heraus ($p=0,034$), sodass in der vorliegenden Studie behandelte Tiere mit GE-Werten von über 50 g/l eine signifikant bessere Heilungsquote hatten als Tiere mit niedrigeren GE-Werten.

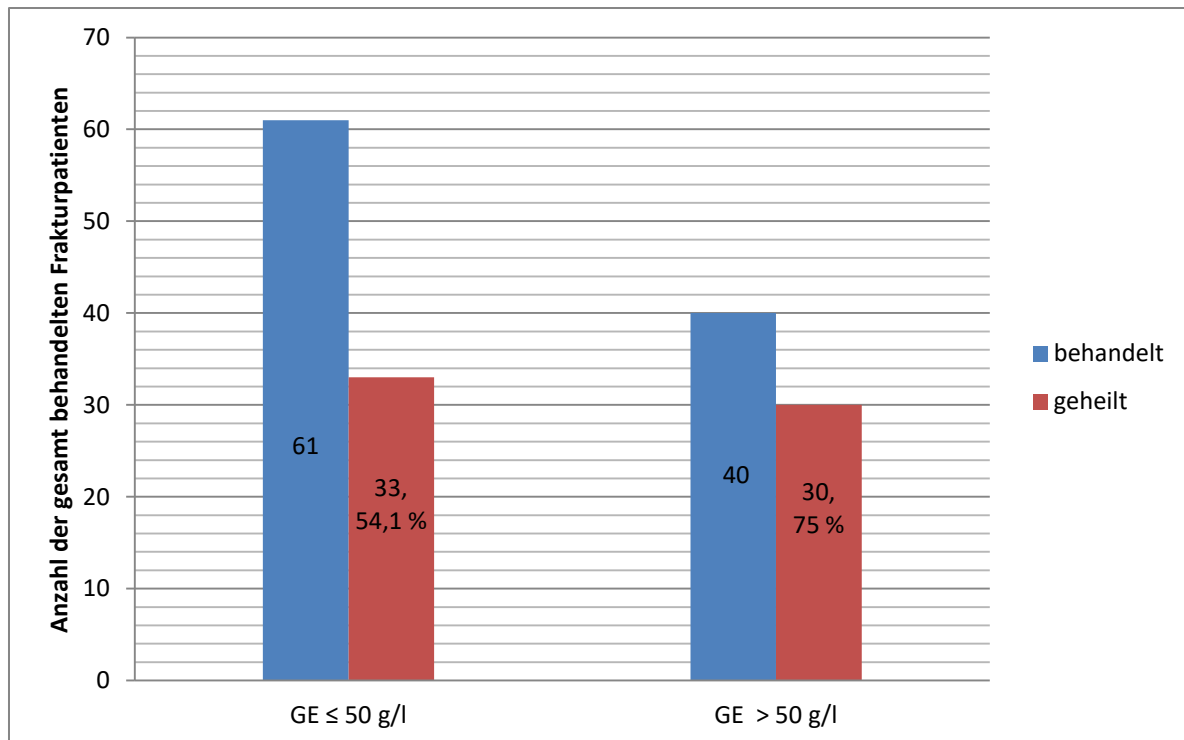


Abbildung 46: Übersicht über alle 101 Frakturkälber im Alter von bis zu einer Woche, denen eine Behandlung zukam mit schlechten GE-Werten (≤ 50 g/l) und guten GE-Werten (> 50 g/l) und deren Therapieausgang

9.2.1 Einfluss von Gesamteiweiß bei konservativen Behandlungen

Insgesamt kam 50 Kälbern im Alter von bis zu einer Woche eine konservative Behandlung zu, welche bei 33 (66,0 %) zum Erfolg führte. Von den behandelten Kälbern stammten 31 (62,0 %) aus GE-Gruppe 1 und 19 (38,0 %) aus GE-Gruppe 2. Die Anzahl der Tiere, die geheilt werden konnten, lag in GE-Gruppe 1 bei 16 (51,6 %) und in GE-Gruppe 2 bei 17 Tieren (89,5 %). Damit hatten in der vorliegenden Studie konservativ behandelte Kälber, die nicht älter als eine Woche waren und GE-Werte von über 50 g/l aufwiesen, eine signifikant bessere Heilungsquote als Kälber mit niedrigeren Werten ($p=0,0061$). In Abbildung 47 werden diese Werte graphisch verdeutlicht.

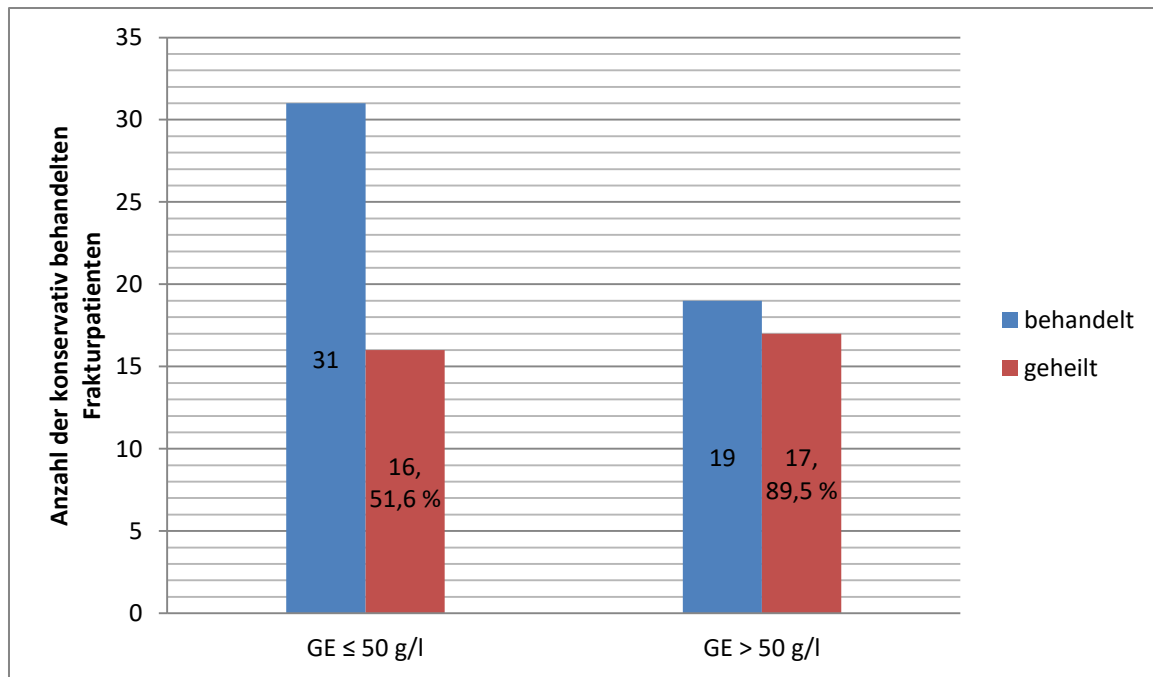


Abbildung 47: Übersicht über die 50 konservativ behandelten Frakturkälber im Alter von bis zu einer Woche mit schlechten GE-Werten ($\leq 50 \text{ g/l}$) und guten GE-Werten ($> 50 \text{ g/l}$) und deren Therapieausgang

9.2.2 Einfluss von Gesamteiweiß bei chirurgischen Behandlungen

Von den 51 Kälbern, denen eine chirurgische Behandlung zukam, stammten 30 (58,8 %) aus GE-Gruppe 1 und 21 (41,2 %) aus GE-Gruppe 2. Während aus GE-Gruppe 1 17 (56,7 %) chirurgisch behandelte Patienten geheilt wurden, konnten aus GE-Gruppe 2 13 Patienten (61,9 %) die Klinik geheilt verlassen. Im Chi-Quadrat-Test waren diese Werte nicht signifikant, sodass in der vorliegenden Studie bei chirurgisch behandelten Kälbern in der ersten Lebenswoche das Gesamteiweiß keinen signifikanten Einfluss auf die Heilungsquote hatte ($p=0,71$). In Abbildung 48 werden diese Werte graphisch verdeutlicht.

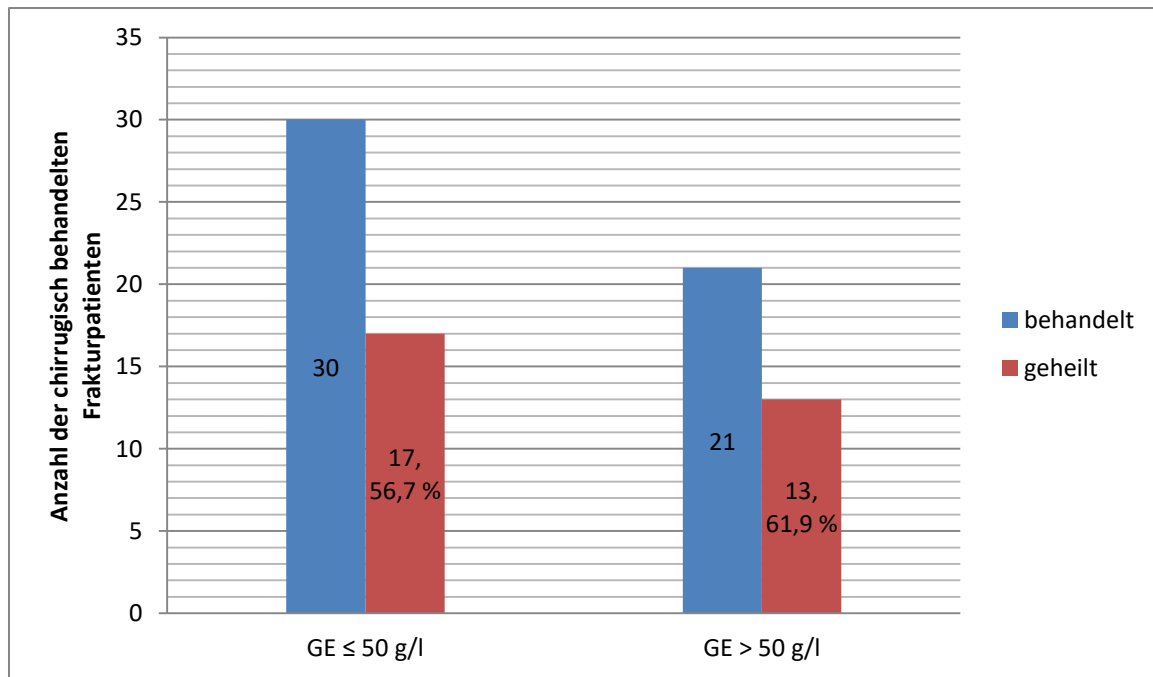


Abbildung 48: Übersicht über die 51 chirurgisch behandelten Frakturkälber im Alter von bis zu einer Woche mit schlechten GE-Werten (≤ 50 g/l) und guten GE-Werten (> 50 g/l) und deren Therapieausgang

10 Telefonische Spätkontrolle

Von 65 Tieren, die in der zweiten Hälfte des Untersuchungszeitraumes wieder auf ihren Heimatbetrieb entlassen werden konnten, konnten die Besitzer von 61 Tieren (93,8 %) telefonisch befragt werden.

10.1 Abgang vom Betrieb

Zum Zeitpunkt der Befragung hatten 34 Tiere den Betrieb bereits verlassen. Davon waren 14 Tiere zwischen drei und zwölf Monate nach Entlassung aus der Klinik vom Betrieb abgegangen, wovon drei verkauft und elf geschlachtet wurden. Sechs Tiere verließen den Betrieb zwischen einem und zwei Jahren nach Entlassung und weitere fünf Tiere blieben länger als zwei Jahre nach Entlassung aus der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung auf ihrem Heimatbetrieb. Alle diese Tiere wurden der Schlachtung zugeführt. Am längsten auf dem Heimatbetrieb verblieb eine Fleckviehkuh, die bei der Entstehung der Metacarpusfraktur bereits zwei Jahre alt war und mittels Plattenosteosynthese und zusätzlichen stabilisierenden Castverbänden behandelt worden war. Sie stand dem Landwirt für weitere viereinhalb Jahre als Milchkuh zur Verfügung, bevor sie aus Altersgründen zur Schlachtung ging. Zwei Kälber wurden kurz nach Entlassung auf dem Heimatbetrieb eingeschlachtet. In einem Fall war der Grund ein schwerwiegendes Lungenödem und im anderen Fall wurde eine persistente Infektion mit dem BVD-Virus diagnostiziert. In sieben Fällen konnten die Besitzer keine Angaben zum Zeitpunkt des Abgangs machen. In acht Fällen (23,5 %) stand der Abgang im Zusammenhang mit der Fraktur. Hier gaben die Besitzer weiterhin bestehende oder neu aufgetretene Lahmheiten oder Gliedmaßenfehlstellungen an. In einem Fall handelte es sich um eine reine Vorsichtsmaßnahme, da die Besitzer Angst vor Spätkomplikationen hatten. In 21 Fällen (61,8 %) lagen andere Gründe wie Fruchtbarkeitsprobleme oder Eutererkrankungen vor und in fünf Fällen (14,7 %) konnten keine Angaben mehr zum Abgangsgrund gemacht werden.

10.2 Lahmheit und Gliedmaßenstellung

Zum Zeitpunkt des Telefonats mit dem Besitzer oder des Abgangs vom Betrieb zeigten 40 Tiere (65,6 %) keinerlei Lahmheit der betroffenen Gliedmaße. In zwei Fällen (3,3 %) lag eine geringgradige Lahmheit vor, die die Nutzungsfähigkeit des Tieres in einem Fall allerdings nicht einschränkte. Im anderen Fall war das Tier

mit Erreichen der Schlachtreife verwertet worden, um das Risiko eines Totalverlustes auszuschließen. In weiteren zwei Fällen (3,3 %) lag eine mittelgradige Lahmheit vor, die die Tiere einschränkte, weshalb sie vom Betrieb abgehen mussten. Bei einem dieser Tiere war die Lahmheit erst nach etwa zwei Jahren aufgetreten und progressiv schlechter geworden. In einem weiteren Fall lag eine mittelgradige Lahmheit der kontralateralen Gliedmaße vor, während die ursprünglich betroffene Gliedmaße ohne besonderen Befund war. In sieben Fällen (11,5 %) konnten keine Angaben mehr zur Lahmheit gemacht werden.

Bei 39 Patienten (63,9 %) waren zum Zeitpunkt des Telefonats keinerlei Veränderungen der Gliedmaßenstellung an der betroffenen Gliedmaße festzustellen. Elf Tiere (18,0 %) zeigten geringgradige Abweichungen. In einem Fall war diese Veränderung erst nach ca. zwei Jahren gemeinsam mit mittelgradiger Lahmheit aufgetreten. Drei Tiere (4,9 %) zeigten mittelgradige Abweichungen. In einem Fall betraf diese Abweichung die kontralaterale Gliedmaße. Von acht Besitzern (13,1 %) konnten keine Angaben zur Gliedmaßenstellung mehr gemacht werden.

10.3 Zufriedenheit der Besitzer

Insgesamt äußerten 53 Besitzer (86,9 %) große Zufriedenheit über die Behandlung und ihren Ausgang und gaben an, vergleichbare Verletzungen wieder an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung behandeln zu lassen. Lediglich drei Besitzer (4,9 %) gaben an, dass sie Frakturpatienten nicht nochmals an der Klinik behandeln lassen würden. Zwei von ihnen gaben an mit der Behandlung zwar zufrieden gewesen zu sein, würden aber aus wirtschaftlichen Gründen auf eine nochmalige Behandlung einer vergleichbaren Fraktur verzichten. Sechs Besitzer (9,8 %) konnten keine Angaben zu diesem Thema machen.

V DISKUSSION

1 Patienten

Insgesamt wurden 202 Patienten mit 208 Frakturen der langen Röhrenknochen im Zeitraum zwischen September 2003 und August 2013 in die Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der Universität München eingeliefert. Eine zuverlässige Aussage über die Häufigkeit des Auftretens von Frakturen der langen Röhrenknochen bei Rindern im Einzugsbereich der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung ist anhand dieser Zahl allerdings nicht möglich, da davon auszugehen ist, dass viele Frakturen nicht zur Behandlung vorgestellt werden.

2 Betroffene Knochen

Am häufigsten war in der vorliegenden Studie das **Röhrbein** betroffen, also Metacarpus (61) und Metatarsus (45). Gemeinsam machten sie mit 106 Fällen mehr als die Hälfte der vorgestellten Frakturen aus. Dies stimmt mit den Beobachtungen von PEITEL (1971), CRAWFORD und FRETZ (1985), FERGUSON (1986), ELMA (1988), TULLENERS (1996), ANDERSON und ST. JEAN (2008), ARICAN (2014) und BELGE et al. (2016) überein, steht aber im Widerspruch zur Arbeit von GANGL et al. (2006), der die Tibia am häufigsten gefolgt vom Femur am zweithäufigsten betroffen sah (GANGL et al., 2006). In der Arbeit von CRAWFORD und FRETZ (1985) ist der Femur am häufigsten von Frakturen betroffen, in der Summe von Vorder- und Hintergliedmaße liegt allerdings das Röhrbein an erster Stelle (CRAWFORD und FRETZ, 1985). Auch die Tatsache, dass der Metacarpus deutlich häufiger betroffen ist als der Metatarsus, steht im Einklang mit den Aussagen von STEINER et al. (1993), TULLENERS (1996) und ARICAN (2014), widerspricht jedoch der Arbeit von Peitel (1971), die ein ähnlich häufiges Auftreten an beiden Knochen beschrieb. Als Ursache für das häufigere Auftreten von Röhrbeinfrakturen an der Vordergliedmaße werden geburtshilfliche Maßnahmen vermutet, da die Mehrheit der Geburten beim Rind in Vorderendlage erfolgen (FERGUSON et al., 1986; ELMA, 1988; TULLENERS, 1996; ANDERSON und ST. JEAN, 2008; ARICAN et al., 2014). So konnte auch in der eigenen Untersuchung ein häufigeres

Auftreten von Frakturen am Metacarpus als am Metatarsus bei der Gruppe der Kälber bis zum Alter von einer Woche festgestellt werden.

Am zweithäufigsten lagen in dieser Studie **Femur**frakturen vor. Auch hier steht das Ergebnis der vorliegenden Studie im Einklang mit den Arbeiten mehrerer anderer Autoren (NEMETH und NUMANS, 1972; HAMILTON et al., 1978; CRAWFORD und FRETZ, 1985; FERGUSON et al., 1986; ARICAN et al., 2014). Allerdings widerspricht es den Beobachtungen von SPIEB (2004), welche mehr Tibiafrakturen als Femurfrakturen zählte (SPIEB, 2004).

Die **Tibia**, welche bei SPIEB (2004) und GANGL et al. (2006) am häufigsten von Frakturen betroffen war, war in der vorliegenden Studie am dritthäufigsten von Frakturen betroffen. Damit steht dieses Ergebnis im Einklang mit den Untersuchungen von CRAWFORD und FRETZ (1985), ELMA (1988) und ARICAN (2014).

Auffällig an der Hintergliedmaße war das häufige Auftreten von Frakturen in Kniegelenksnähe. So lagen mit 17 Frakturen mehr als die Hälfte aller Tibiafrakturen in der proximalen Metaphyse und beim Femur 13 Frakturen in der distalen Epi- oder Metaphyse. Auch diese Erkenntnis folgt den Ergebnissen von FERGUSON (1990), STEINER (1993) und SPIEB (2004). Als Erklärung für die Häufung der Frakturen in diesem Bereich kann das Verkeilen des Kniegelenkes des Kalbes im Becken der Kuh während der Geburt dienen. Diese Komplikation, die von MICKELSEN (1976) als „**Stifle Lock**“ beschrieben wurde, führt durch große Zugkraft zu Kompressionsfrakturen in diesem Bereich (MICKELSEN, 1976). Biomechanische Untersuchungen von FERGUSON (1994) lassen erkennen, dass die häufige Frakturlokalisation an der Metaphyse im Zusammenhang mit dem Wechsel von dichter Kortikalis zu weniger dichter Spongiosa in diesem Bereich steht (FERGUSON, 1994).

Am seltensten wurden in der vorliegenden Studie Frakturen des **Antebrachiums** (12) und des **Humerus** (7) gezählt. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit vielen anderen Studien, die diese Knochen sehr selten betroffen sahen (GREENOUGH et al., 1972; CRAWFORD und FRETZ, 1985; TULLENERS, 1986a, 1986b; ELMA, 1988; RAKESTRAW, 1996; SPIEB, 2004; ARICAN et al., 2014).

Frakturen der linken Gliedmaße (103) waren in der vorliegenden Studie häufiger als Frakturen der rechten Gliedmaße (97) oder beidseitige Frakturen (4). Auch

SPIEß (2004) und FERGUSON et al. (1990) sahen in ihren Untersuchungen die linke Gliedmaße häufiger betroffen als die rechte (FERGUSON et al., 1990; SPIEß, 2004), während KAHRS (1983) die rechte Gliedmaße häufiger betroffen sah. Es lässt sich keine schlüssige Erklärung für die Benachteiligung einer Seite finden. In einer Studie zur Stabilität von Oberschenkelknochen von Kälbern konnte bei Druckversuchen kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Seiten festgestellt werden (FERGUSON, 1994). Insofern scheint die Verteilung auf die betroffenen Seite eher zufällig zu sein. Bei Kälbern sind begünstigende Faktoren wie die Position des Kalbes im Uterus, bevorzugte Lage des Muttertieres während der Geburt oder die Art und Weise der Geburtshilfe denkbar (HINDSON, 1978).

3 Alter der Frakturpatienten

Die meisten Patienten (122; 91,0 %) erlitten ihre Frakturen in der vorliegenden Studie bereits am ersten Lebenstag. Dieses Ergebnis folgt den Erkenntnissen vieler anderer Studien, die junge Kälber am häufigsten von Frakturen der langen Röhrenknochen betroffen sahen (HICKMAN, 1957; DINGWALL et al., 1971; HAMILTON et al., 1978; CRAWFORD und FRETZ, 1985; ELMA, 1988; TULLENERS, 1996; NICHOLS et al., 2010; ARICAN et al., 2014; BELGE et al., 2016). Der Grund für das häufige Auftreten in dieser Altersgruppe ist im Geburtsvorgang selbst und in geburtshilflichen Maßnahmen zu sehen. Allerdings wurden nur 30 Tiere auch direkt am ersten Lebenstag an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung vorgestellt. Dies spricht dafür, dass die Besitzer in der Regel nicht sofort nach der Ursache für fehlendes Stehvermögen oder Lahmheit suchten und erst den Hoftierarzt zu Rate zogen, bevor sie sich für einen Transport in die Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung entschieden. Diese Erkenntnisse decken sich mit den Ergebnissen von SPIEß (2004) und STEINER et al. (1993). Auch in diesen Studien wurde nur ein Teil der Kälber am Tag der Frakturentstehung eingeliefert.

4 Zeitliches Auftreten

Im eigenen Patientengut traten die häufigsten Frakturen im Monat Mai auf. Dieses Erkenntnis folgt damit der Studie von MARTENS et al. (1998). Bei differenzierterer Betrachtung fällt allerdings auf, dass das häufige Auftreten von

Frakturen in diesem Monat vor allem durch die hohe Zahl von Frakturen bei juvenilen und adulten Tieren begründet ist. Dies liegt möglicherweise an der häufig praktizierten Weidehaltung im Einzugsbereich der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung. So werden im Monat Mai in vielen Betrieben die juvenilen und adulten Tiere auf die Weide ausgetrieben, wobei die Entstehung von Frakturen nicht ungewöhnlich ist. Betrachtet man hingegen die Gruppe der neonaten Kälber, so zeichnet sich ein anderes Bild ab. Es fällt auf, dass vor allem in den Wintermonaten höhere Frakturnraten zu verzeichnen sind. Auch dieses Phänomen steht möglicherweise in Zusammenhang mit der weit verbreiteten sommerlichen Weidehaltung im südbayerischen Raum. So ist es in vielen Betrieben gängige Praxis, Kühe terminlich so zu besamen, dass die Kalbung auf die Wintermonate fällt, da sich die Tiere in diesem Zeitraum nicht auf der Weide befinden und so eine Geburtsüberwachung durch den Landwirt einfacher zu praktizieren ist.

5 Einfluss des Körpergewichts auf den Therapieausgang

In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss des Körpergewichts auf die Heilung nur in der Gruppe der Kälber im Alter von maximal zwei Wochen statistisch untersucht. Hierbei konnte weder im Hinblick auf die Gesamtzahl der Behandlungen noch bei Betrachtung der einzelnen Behandlungsmethoden ein signifikanter Einfluss des Körpergewichtes auf den Therapieausgang festgestellt werden.

Dies zeigt, dass obwohl das Körpergewicht von neonaten Frakturpatienten teilweise stark variiert, der Einfluss auf das Heilungsergebnis zu vernachlässigen ist. Dies lässt vermuten, dass besonders in der Altersgruppe der neonaten Kälber eine Reihe anderer Faktoren wie Immunstatus, Begleiterkrankungen, Lokalisation und Komplexität der Fraktur eine deutlich größere Rolle im Heilungsprozess spielen als das Gewicht.

Im Hinblick auf das gesamte Patientengut wurde aufgrund zu kleiner Fallzahlen in den einzelnen Gruppen auf eine statistische Untersuchung verzichtet. Allerdings zeigte sich hier, dass selbst Patienten mit einem Körpergewicht von über 500 kg geheilt werden konnten und sogar gute Heilungsquoten erzielt wurden. Auch andere Autoren konnten keinen signifikanten Einfluss des Körpergewichts auf die Heilungsaussichten der Patienten feststellen (BENTLEY et al., 2005). Dies

widerspricht der Aussage von Autoren, die sich auf eine Obergrenze bezüglich des Körpergewichts der zu behandelnden Patienten festlegen (CHATRE, 1995; MARTENS et al., 1998; GANGL et al., 2006). Dennoch ist die Annahme, dass ein hohes Körpergewicht die Prognose für eine Behandlung verschlechtert (ANDERSON und ST. JEAN, 1996; RAKESTRAW, 1996; ST. JEAN und ANDERSON, 2014) trotz teilweise guter Heilungsquoten in der vorliegenden Studie zu halten, da hier bereits viele Patienten mit hohem Körpergewicht wegen schlechter Prognose und hohem Behandlungsaufwand von einer Behandlung ausgeschlossen worden waren und Behandlungsversuche bei schweren Tieren nur in Einzelfällen vorgenommen wurden. Auch andere Autoren berichten in Einzelfällen von guten Behandlungsergebnissen bei schweren Tieren mit einem Körpergewicht von mehr als 500 kg (ADAMS und FESSLER, 1983; DENNY et al., 1988; TROSTLE et al., 1995; NICHOLS et al., 2010). Somit bleibt festzuhalten, dass schwere Tiere nicht zwangsläufig von einer Frakturbehandlung auszuschließen sind, da auch bei solchen Tieren in Einzelfällen erfolgreiche Frakturbehandlungen möglich sind.

6 Frakturursachen

6.1 Beim neugeborenen Kalb

Bereits die Tatsache, dass die meisten der Frakturen bereits am ersten Lebenstag entstanden waren, spricht dafür, dass Ereignisse während oder kurz nach der Geburt als häufigste Ursache für Frakturen bei Kälbern zu nennen sind. In der vorliegenden Studie konnten bei 120 Patienten (89,6 %) Ereignisse im peripartalen Zeitraum (65x Zughilfe, 48x unbeobachtete Geburt, 7x Trittverletzung) eindeutig als ursächlich für die Entstehung der Frakturen identifiziert werden. Diese Ergebnisse decken sich mit Arbeiten von ST. JEAN et al. (1992a), SPIEB (2004), NICHOLS et al. (2010) und BELGE et al. (2016). Auch in den Studien von ELMA (1988) und FERGUSON et al. (1990) waren Ereignisse, die in Zusammenhang mit der Geburt standen, der Hauptgrund für Frakturentstehung bei Kälbern, gefolgt von der Gruppe, bei der die Ursache unbekannt blieb (ELMA, 1988; FERGUSON et al., 1990). Mehrere Autoren berichteten, dass die forcierte Extraktion bei assistierten Geburten die häufigste Ursache für Frakturen bei neugeborenen Kälbern sei (TULLENERS, 1986a; ELMA, 1988; FERGUSON et al., 1990; KÖSTLIN, 1990; ST. JEAN et al.,

1992a). Die vorliegende Studie untermauert diese Aussagen. So war bei mehr als der Hälfte der Patienten (65, 54,2 %), deren Frakturen während der Geburt entstanden, übermäßige Zughilfe für die Frakturentstehung verantwortlich. SCHUIJT (1990) entdeckte sogar Hinweise, wonach durch forcierte Extraktion verursachte Traumata die häufigste Todesursache unter neonaten Kälbern darstellt (SCHUIJT, 1990). Auch andere Autoren berichten von einer deutlich erhöhten perinatalen Mortalitätsrate von Kälbern, die mittels Zughilfe zur Welt kommen gegenüber spontan geborenen Kälbern (EIGENMANN, 1981; ZAREMBA, 1995). Auch der Einsatz des „HK Geburtshelfers“ sowie anderer mechanischer Hilfsmittel in der Rindergeburtshilfe sind wegen des hohen Verletzungsrisikos abzulehnen (KONERMANN, 1963). Auch wenn in der vorliegenden Studie in einigen Fällen der Einsatz eines Geburtshelfers gesichert war, so lässt sich doch keine belastbare statistische Aussage zum Risiko durch den Einsatz desselben machen, da unklar ist, wie häufig ein Geburtshelfer bei Kalbungen zum Einsatz kommt, ohne dass schwerwiegende Verletzungen entstehen. Als zweithäufigste Ursache bei den Tieren, deren Fraktur geburtsassoziiert entstanden war, wurde in dieser Studie die unbeobachtete Geburt mit 40,0 % (48 Fälle) festgestellt. Besonders wenn Geburten im Laufstall stattfanden, war das Verletzungsrisiko des Kalbes durch das Muttertier oder ein anderes Tier besonders hoch. Aufgrund dieses Ergebnisses ist es besonders empfehlenswert für Landwirte auf gute Geburtsüberwachung zu achten und die Kälber nach der Geburt zügig vom Muttertier zu trennen und einzeln aufzustallen. Des Weiteren ist die Einrichtung einer Abkalbebox in Betrieben mit Laufställen als sinnvoll anzusehen. Dies ist nicht nur im Hinblick auf die Vermeidung von Frakturen, sondern auch aus Gründen der Hygiene und des Tierschutzes empfehlenswert.

Bei der Betrachtung der Lage der Kälber im Geburtskanal fällt auf, dass, mit Ausnahme des Femurs, bei Geburten in Hinterendlage stets die Hintergliedmaße und bei Geburten in Vorderendlage stets die Vordergliedmaße von Frakturen betroffen war. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit der Erkenntnis, dass die Zughilfe die häufigste Frakturursache darstellte. Eine Ausnahme bildete der Femur. Hier waren mehr Frakturen (12 von 22) bei Geburten in Vorderendlage als bei solchen in Hinterendlage entstanden. Diese Erkenntnis deckt sich mit anderen Studien, die das sogenannte „Stifle Lock Phänomen“ als häufige Ursache für Frakturen des Femurs beschreiben. Hierbei kommt es durch Verkeilen des

Oberschenkels des Kalbes im Becken der Mutter zu starken Hebelwirkungen, die zu Frakturen des Femurs im Bereich der distalen Metaphyse führen können (MICKELSEN, 1976; FERGUSON, 1994). Dieses Phänomen konnte auch in der vorliegenden Studie beobachtet werden, so waren die meisten Frakturen des Femurs im Übergangsbereich zwischen Diaphyse und distaler Metaphyse gelegen und es war oft nur eine Frage von weniger als fünf Millimetern, welchem Kompartiment die Fraktur zugeschrieben wurde. Für Frakturen an der Hintergliedmaße nach Geburten in Hinterendlage ist hingegen in der Regel das „Hip Lock Phänomen“ verantwortlich. Hierbei bleibt das Becken des Kalbes im Becken der Mutter stecken, was bei unzulässig starker Zughilfe zu Frakturen an den Knochen der Hintergliedmaße führen kann (MICKELSEN, 1976; FERGUSON, 1994; DE KRUIF, 1995; KALBE und SCHULZ, 2000; HOERDEMANN et al., 2012).

6.2 Bei Frakturpatienten im Alter von mehr als zwei Wochen

Beim Patientengut im Alter von über zwei Wochen war die Ursache bei etwa zwei Dritteln der Frakturen unbekannt. Dies ist nicht ungewöhnlich, da die Landwirte bei Entstehung der Fraktur meist nicht vor Ort sind, sodass das Tier erst später mit gebrochener Gliedmaße aufgefunden wird. Eine genaue Aussage über das zugrundeliegende Trauma ist in solchen Fällen meist nicht möglich. Andere Autoren zählten vergleichbar häufig unbekannte Frakturursachen (ELMA, 1988; FERGUSON et al., 1990; ST. JEAN et al., 1992a; SPIEB, 2004; NICHOLS et al., 2010). Die häufigsten Ursachen beim übrigen Drittel der Patienten standen meist im Zusammenhang mit der Aufstallung. Hier wurde beispielsweise das Hängenbleiben zwischen Stangen, Verkeilen am Mistschieber, das Treten in ein Loch oder in der Anbindehaltung das Treten in die Kette angeführt. Weitere Gründe waren Verletzungen beim Brunstverhalten, Transporte oder der Austrieb auf die Weide.

7 Geschlechter- und Rasseverteilung der Patienten

In der vorliegenden Studie waren 72 Patienten (35,6 %) männlich und 130 (64,4 %) weiblich. Auch bei reiner Betrachtung der Kälber im Alter von bis zu zwei Wochen sind die weiblichen Tiere häufiger vertreten. Es handelte sich um 59 männliche (43,4 %) und 77 weibliche Kälber (56,6 %). Dies entspricht nur bedingt den Angaben, die in der Literatur gefunden wurden. So zählten SPIEB

(2004) und ARICAN et al. (2014) deutlich mehr männliche Kälber mit Gliedmaßenfrakturen als weibliche. Umgekehrt überwogen bei einigen Autoren die weiblichen Patienten (HAMILTON et al., 1978; KAHRS, 1983; STEINER et al., 1993; GANGL et al., 2006). Auffällig ist, dass beide Arbeiten, die die männlichen Tiere deutlich häufiger betroffen sahen, in ihre Untersuchungen nur Kälber aufnahmen. Eine mögliche Ursache dafür ist, dass bei Stierkälbern üblicherweise höhere Geburtsgewichte gemessen werden als bei ihren weiblichen Artgenossen. Deshalb kommt es hier öfter zu Schweregeburten. Dagegen kommt aus wirtschaftlichen Gründen adulten männlichen Tieren wohl seltener eine Behandlung zu, als ihren weiblichen Artgenossen, da es sich hier in der Regel um Masttiere handelt, welche normalerweise der Schlachtung zugeführt werden. Ein weiterer Einflussfaktor auf die Geschlechterverteilung bei der Frakturbehandlung wird der vorherrschenden Rasse im Untersuchungsgebiet zugeschrieben. So kommt in Gebieten, in denen vorwiegend Milchrassen gehalten werden, der männlichen Nachzucht aus Gründen der Wirtschaftlichkeit seltener eine Frakturbehandlung zu, als dies in Gebieten, in denen Fleisch- oder Zweinutzungsrasen vorherrschen, der Fall ist. In der vorliegenden Studie gehörte die überwiegende Mehrheit der Patienten der Rasse Deutsches Fleckvieh an, was nicht verwundert, da dies die vorherrschende Rasse im Einzugsbereich der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung ist. Eine Aussage über das tatsächliche Geschlechterverhältnis beim Auftreten von Gliedmaßenfrakturen ist in der vorliegenden Studie nicht möglich, da nicht unterschieden werden kann, ob weibliche Tiere öfter von Frakturen betroffen waren als männliche, oder ob sie nur öfter zur Behandlung vorgestellt wurden.

8 Klassifikation der Frakturen

Für die Klassifikation der Frakturen am Knochen wurde das Klassifikationssystem von UNGER et al. (1990) modifiziert nach AUER et al. (1993) modifiziert nach SPIEB (2004) verwendet. Direkte Vergleiche mit der Arbeit von SPIEB (2004) beschränken sich auf Stylopodium und Zeugopodium, da das Röhrlbein in ihrer Arbeit keine Berücksichtigung fand. Festzuhalten ist, dass in beiden Studien der **Humerus** sehr selten betroffen war. Bei diesen wenigen Fällen waren die Frakturen am häufigsten in der Diaphyse lokalisiert und es handelte sich in der Mehrzahl der Fälle um einfache Frakturen (SPIEB, 2004). Auch andere Autoren sehen den Humerus nur in seltenen Fällen betroffen (3,2 % -

5,6 %) (GREENOUGH et al., 1972; CRAWFORD und FRETZ, 1985; ARICAN et al., 2014).

Auch am **Antebrachium** lassen sich Parallelen zwischen den Studien von SPIEB (2004) und der eigenen Studie in Bezug auf die Lokalisation erkennen. So lagen bis auf eine Ausnahme alle Frakturen in der Diaphyse oder distal davon. Bei der Ausnahme handelte es sich um ein 22 Monate altes Wagyu-Rind, mit einer geschlossenen Stückfraktur der proximalen Epiphyse. Bereits bei Einlieferung bestand zusätzlich eine Parese des Nervus radialis. Das Tier wurde ohne Behandlungsversuch eingeschläfert. Des Weiteren bleibt festzuhalten, dass in beiden Studien die einfache Fraktur am häufigsten auftrat, wohingegen andere Autoren die Splitterfraktur als häufige Frakturkonfiguration beschrieben (CRAWFORD und FRETZ, 1985; TULLENERS, 1986a).

Am **Femur** zählte SPIEB (2004) das häufigste Auftreten von Frakturen in der distalen Metaphyse (28 Fälle; 56,0 %), während die vorliegende Studie die Diaphyse am häufigsten (32 Fälle, 60,4 %) betroffen sah. In der Summe aus Diaphyse und distaler Metaphyse sind die Ergebnisse beider Studien annähernd identisch (SPIEB (2004): 44 Fälle, 88 %; eigene Untersuchung: 43 Fälle, 81,3 %). Bereits während der Auswertung der Röntgenbilder zeigte sich, dass ein Großteil der Frakturen am Übergang zwischen Dia- und distaler Metaphyse lokalisiert war und es oft nur eine Frage von weniger als fünf Millimetern war, welchem Kompartiment die Fraktur zugeschrieben wurde. Deshalb stehen diese Ergebnisse durchaus im Einklang miteinander. Das häufige Auftreten an dieser Lokalisation wird von MICKELSEN (1976) durch das sogenannte „Stifle Lock“ Phänomen erklärt. Auch andere Autoren sehen diese Lokalisation am Knochen besonders bei Kälbern häufig von Frakturen betroffen (CRAWFORD und FRETZ, 1985; FERGUSON et al., 1990; STEINER et al., 1993). FERGUSON (1994) bestätigte in biomechanischen Untersuchungen die Neigung zum Auftreten von Frakturen an genau dieser Stelle (MICKELSEN, 1976; FERGUSON, 1994). Frakturen der proximalen Epi- oder Metaphyse wurden in der vorliegenden Studie selten und nur bei adulten Tieren beobachtet. Auch SPIEB (2004) konnte kein vermehrtes Auftreten an dieser Stelle feststellen (4 Fälle, 8,0 %). Wohingegen andere Autoren Frakturen an dieser Stelle häufig beobachteten und dieses Krankheitsbild als „Slipped Capital Femoral Epiphysis“ beschrieben und auf das Phänomen des sogenannten „Hip-Lock“ zurückführten (HAMILTON et al., 1978; TROSTLE,

2004). Hierbei bleibt bei der Geburt in Hinterendlage das Becken des Kalbes im Becken der Mutter stecken. Dabei kommt erschwerend hinzu, dass bei Geburten in Hinterendlage die weichen Geburtswege weniger geweitet werden, als dies bei Geburten in Vorderendlage der Fall ist (DE KRUIF, 1995). Wird nun übermäßige Zughilfe angewendet, so wirken unzulässig starke Kräfte auf die Hintergliedmaßen und es kann zu Frakturen an diesen kommen (MICKELSEN, 1976; FERGUSON, 1994; DE KRUIF, 1995; KALBE und SCHULZ, 2000; HOERDEMAN et al., 2012). Diese Frakturen sind vornehmlich im Bereich des Femurkopfes oder –halses lokalisiert (ST. JEAN und ANDERSON, 2014). Der Grund für das fehlende Auftreten von Frakturen an dieser Lokalisation in der vorliegenden Studie lässt sich nicht ermitteln, da auch HAMILTON (1978) diese Frakturform bei neugeborenen Kälbern nach übermäßiger Zughilfe beobachtete (HAMILTON et al., 1978) und in der vorliegenden Studie bei zehn Kälbern eine Geburt in Hinterendlage gesichert war. Wie auch in der eigenen Untersuchung zählte SPIEB (2004) als häufigste Frakturkonfiguration die einfache Fraktur, was auch im Einklang mit den Aussagen von FERGUSON (1990) und NUSS (2014) steht.

Frakturen der **Tibia** wurden von SPIEB (2004) mit 58 Fällen (46,4 %) deutlich häufiger beschrieben, als dies beim vorliegenden Patientengut der Fall ist (30 Fälle, 14,7 %). Schließt man in der eigenen Untersuchung die Röhreibrakturen wie bei SPIEB (2004) aus, so liegt der Prozentsatz der Tibiafrakturen im eigenen Patientengut bei 29,4 % und damit immer noch deutlich unter dem Wert von SPIEB (2004). In Bezug auf die Gruppe der Kälber bis zum Alter von zwei Wochen lagen 27 Frakturen der Tibia vor (19,9 %). Am häufigsten waren diese Frakturen sowohl in der eigenen Arbeit, als auch bei SPIEB (2004) in der proximalen Metaphyse lokalisiert, wohingegen MARTENS et al. (1998) die proximale Diaphyse am häufigsten betroffen sahen (MARTENS et al., 1998). Während allerdings SPIEB (2004) die einfache Fraktur mit großem Abstand am häufigsten zählte (42 Fälle, 72,4 %), lagen bei der eigenen Arbeit Splitterfrakturen annähernd so häufig wie einfache Frakturen vor. So handelte es sich in zwölf Fällen (40,0 %) um Splitterfrakturen und in 13 Fällen (43,3 %) um einfache Frakturen. Möglicherweise gibt die genaue Ursache der Fraktur einen Hinweis auf den Grund für die unterschiedliche Inzidenz der Frakturkonfigurationen in beiden Studien. In der eigenen Untersuchung war die Ursache bei der Mehrheit der

Kälber (59,3 %) auf einen Tritt nach der Geburt oder auf unbeobachtete Geburt zurückzuführen. Da auch hier Trittverletzungen als wahrscheinlich anzusehen sind, könnte dies der Grund für das vermehrte Auftreten von Splitterfrakturen beim eigenen Patientengut sein. Schlussendlich lässt sich dies nicht klären, da SPIEß (2004) keine Angaben zur genauen Frakturursache an der Tibia macht. In diesem Punkt folgen die Ergebnisse der vorliegenden Studie den Aussagen von FERGUSON (1982), TULLENERS (1986a) und MARTENS (1998), die auch ein häufiges Auftreten von Splitterfrakturen an der Tibia beschrieben (FERGUSON, 1982; TULLENERS, 1986a; MARTENS et al., 1998).

Wie auch in bereits bekannten Studien (KÖSTLIN, 1990; STEINER et al., 1993) traten **Röhrbeinfrakturen** in der eigenen Studie am häufigsten in der Diaphyse auf, während TULLENERS (1996) die distale Epi- und Metaphyse am häufigsten betroffen sah (TULLENERS, 1996). Dieser Unterschied mag darin begründet liegen, dass sein Patientengut deutlich weniger neugeborene Kälber enthielt, als dies in der vorliegenden Studie der Fall war. Während die häufigste Frakturkonfiguration in der vorliegenden Studie die einfache Fraktur war, zählten KÖSTLIN et al. (1990) am häufigsten Splitterfrakturen. Diese kamen in der vorliegenden Studie am zweithäufigsten vor. Der Grund dafür liegt in der unterschiedlichen Altersverteilung der Patienten in beiden Studien. Während in der vorliegenden Studie die Mehrheit der Patienten neugeborene Kälber darstellten, war ein großer Teil der Patienten in der Studie von KÖSTLIN et al. (1990) älter. Deshalb war die Ursache in der vorliegenden Studie in vielen Fällen die forcierte Extraktion des Kalbes während der Geburt mit Stricken oder Ketten. Dabei scheint es durch die Zugkräfte vermehrt zu einfachen Schrägfrakturen zu kommen, wohingegen Traumata, die im späteren Verlauf in der Regel als Schläge auf den Knochen einwirken, öfter zu Trümmerfrakturen führen.

9 Therapiemethoden

Die vorliegende Studie zeigt, dass an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung am häufigsten Plattenosteosynthesen bei chirurgischer Frakturversorgung und Castbehandlungen bei konservativer Frakturversorgung zum Einsatz kamen. Bereits SPIEß (2004) berichtete von einer vermehrten Wahl der Plattenosteosynthese bei chirurgischen Behandlungen gegen Ende ihres Untersuchungszeitraums. Der Vorteil einer offenen Frakturversorgung liegt in der

schnelleren Wiederherstellung der Gliedmaßenfunktion im Anschluss an die Operation (DENNY et al., 1988; TROSTLE, 2004). Allerdings muss besonders bei jungen Kälbern berücksichtigt werden, dass sich Implantate in der unreifen juvenilen Kortikalis leichter lockern können und lokale sowie systemische Infektionen beim immaturren Immunsystem eher zu befürchten sind, als dies beim adulten Tier der Fall ist (BANKS, 1982). Des Weiteren sind operative Behandlungsmethoden in der Regel deutlich teurer als konservative Behandlungsmethoden (TROSTLE, 2004). Da das Rind als Nutztier gehalten wird, stellt der wirtschaftliche Aspekt einen nicht zu vernachlässigenden Faktor in der Entscheidung für oder gegen eine Therapie und in der Folge zur Therapiemethode dar (FESSLER und ADAMS, 1996; ST. JEAN und ANDERSON, 2014). Aus medizinischer Sicht ist an proximalen Gliedmaßenabschnitten wie Humerus und Femur eine konservative Behandlung meist nicht zielführend, da es kaum möglich ist diese Knochen mittels äußerer Fixierung in ausreichendem Maße ruhig zu stellen. Eine Ausnahme stellen hier alte Frakturen dar, die bereits Heilungstendenz zeigen. Diese Frakturen können mittels Stallruhe therapiert werden.

Auch bei Frakturen am Zeugopodium ist in den meisten Fällen eine chirurgische Versorgung angezeigt, da hier nur bei Frakturen die im distalen Bereich des Knochens liegen, eine stabile äußere Fixierung möglich ist (FERGUSON, 1982; TULLENERS, 1986a; FESSLER und ADAMS, 1996; MARTENS et al., 1998; NUSS, 2014). Offene Frakturen können nicht optimal mittels äußeren Fixierungstechniken behandelt werden. Solche Frakturen sind stets als kontaminiert zu betrachten und mittels offener Repositionstechniken zu behandeln (MULON und DESROCHERS, 2014), da nur diese gründliches Wunddebridement und Wundreinigung ermöglichen. Außerdem erlangt der Operateur Zugang zur Markhöhle des Knochens, um Tupferproben für bakteriologische Untersuchungen zu entnehmen (ST. JEAN und ANDERSON, 2004).

9.1 Konservative Therapiemethoden

Aus oben genannten Gründen waren in der vorliegenden Studie die konservativen Behandlungen mit 57,5 % in der Überzahl. Dies ist vor allem den vielen Frakturen am Röhrbein geschuldet, welche mittels **stabilisierenden Castverbänden** gut therapierbar sind (HICKMAN, 1957; KAHRS, 1983; CRAWFORD und FRETZ,

1985; TULLENERS, 1986a, 1986b; ELMA, 1988; STEINER et al., 1993; GANGL et al., 2006; MULON und DESROCHERS, 2014; NUSS, 2014; ST. JEAN und ANDERSON, 2014; VOGEL und ANDERSON, 2014). So wurden in der vorliegenden Studie insgesamt 82 Frakturen mittels Castverbänden behandelt. Davon handelte es sich in 79 Fällen um Frakturen am Röhrbein. Bei 67 Tieren (81,7 %) führte diese Behandlung zum Erfolg, was die Aussage der oben genannten Autoren und die Erfahrungen praktizierender Tierärzte, dass Röhrbeinfrakturen in der Regel gut mittels stabilisierenden Verbänden behandelbar sind, stützt.

Ein blutiger Walking Cast kam im Untersuchungszeitraum nur einmal bei einer Braunviehkalbin mit einer diaphysären Stückfraktur des Metatarsus zum Einsatz. Das Tier musste nach 16 Tagen wegen Implantatversagens eingeschläfert werden. Diese Art der Komplikation wird von mehreren Autoren als typisch für die Behandlung mittels blutigem Walking Cast beschrieben (KANEPS et al., 1989; NÉMETH und BACK, 1991; ST. JEAN et al., 1991; ST. JEAN und DEBOWES, 1992; VOGEL und ANDERSON, 2014). Nur insgesamt vier Behandlungen mittels **Stallruhe** in der vorliegenden Studie sprechen dafür, dass diese Methode in der modernen Tiermedizin nur noch in Ausnahmefällen indiziert ist. Dennoch konnten alle vier Patienten, die mittels Stallruhe behandelt wurden, geheilt werden. Auch andere Arbeiten zeigen, dass diese Behandlungsmethode durchaus zum Erfolg führen kann (HICKMAN, 1957; DENNY et al., 1988; MARTENS et al., 1998; SPIEß, 2004; GANGL et al., 2006; NICHOLS et al., 2010). Allerdings wurden auch in diesen Arbeiten nur ausnahmsweise Tiere mittels Stallruhe behandelt. Oft handelte es sich hierbei um Frakturen, die vor mehreren Tagen entstanden waren und bereits Heilungstendenz zeigten. Des Weiteren ist eine solche Behandlungsmethode sehr vom Allgemeinbefinden der Patienten und der täglichen Pflege durch das Betreuungspersonal abhängig. In der vorliegenden Studie waren drei der vier mittels Stallruhe behandelten Frakturen am Stylopodium lokalisiert. Auch andere Autoren berichteten von einer vermehrten Anwendung einer solchen Behandlungsmethode an Humerus oder Femur (ELMA, 1988; SPIEß, 2004; GANGL et al., 2006; NICHOLS et al., 2010). Dies kann möglicherweise durch die fehlende Möglichkeit zur externen Ruhigstellung an diesen Knochen begründet werden (VOGEL und ANDERSON, 2014). Außerdem liegen die genannten Knochen unter dicken Muskelpaketen, welche durch

reflektorische Kontraktion eine zumindest teilweise Ruhigstellung der Fraktur gewährleisten können, was für eine Therapie mittels Stallruhe von Vorteil ist. Im Gegenzug kann dies allerdings Ursache intraoperativer Komplikationen bei offenen Repositionstechniken sein. Bei der einzigen Fraktur am Metacarpus, die mittels Stallruhe behandelt wurde, handelte es sich um eine 21 Tage alte Fraktur, die bereits Heilungstendenz zeigte, bei einer ca. 400 kg schweren Schwarzbunten Kalbin, bei der keine Begleiterkrankungen vorlagen. Eine **Thomas-Schiene** kam in der vorliegenden Arbeit nur einmal bei einer geschlossenen Splitterfraktur der Tibia zum Einsatz. Das Tier musste nach drei Tagen eingeschläfert werden, da sich die Fraktur unter der Schiene geöffnet hatte. Auch andere Autoren beschreiben diese Art der Komplikation als typisch für Behandlungen mittels Thomas-Schiene (BAIRD und ADAMS, 2014), vor allem wenn diese zu niedrig angebracht wurde (ST. JEAN und ANDERSON, 2014). Ähnlich stellte sich dies bei SPIEB (2004) dar, in deren Studie alle drei Tiere, die mit einer Thomas-Schiene behandelt worden waren, eingeschläfert werden mussten (SPIEB, 2004). Andere Arbeiten beschreiben dagegen durchaus gute Erfolgsquoten durch Frakturbehandlungen mittels Thomas-Schiene (AMES, 1981; ADAMS und FESSLER, 1983; MARTENS et al., 1998; GANGL et al., 2006; BAIRD und ADAMS, 2014). ST. JEAN und ANDERSON (2014) empfehlen diese Behandlungsmethode als günstigere Alternative zu chirurgischen Behandlungsverfahren bei Frakturen des Antebrachiums und der Tibia (ST. JEAN und ANDERSON, 2014). Eine Aussage über die Effektivität der Thomas-Schiene ist aus den Daten der vorliegenden Studie aufgrund der geringen Fallzahl nicht sinnvoll. Die seltene Verwendung dieser konservativen Therapiemethode in der vorliegenden Studie kann damit erklärt werden, dass die Herstellung einer passenden Thomas-Schiene eine große handwerkliche Herausforderung darstellt (ST. JEAN und ANDERSON, 2004).

9.2 Chirurgischen Therapiemethoden

Bei den chirurgischen Behandlungen war die Plattenosteosynthese die am häufigsten verwendete Technik in der vorliegenden Studie. So wurden von 65 chirurgisch behandelten Patienten 54 (81,8 %) mit einer **Plattenosteosynthese** versorgt. Am häufigsten kam diese Methode an Femur (25) und Tibia (16) zum Einsatz. Davon konnten beim Femur 13 (52,0 %) und bei der Tibia neun Patienten (56,3 %) die Klinik als geheilt wieder verlassen. Insgesamt konnten 31 Patienten

(57,0 %), die mittels Plattenosteosynthese versorgt worden waren, geheilt werden. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit den Erkenntnissen in der Literatur. So beschreiben mehrere Autoren die Osteosynthese durch Platten als durchaus erfolgsversprechende Behandlungsmethode beim Rind (AMES, 1981; DENNY et al., 1988; AUER et al., 1993; NUSS, 2014). SPIEB (2004), welche die ausführlichsten Angaben machte, beschrieb eine mittelfristige Heilungsquote nach Plattenosteosynthesen am Femur von 66,6 % und an der Tibia von 56,5 %. Die mittelfristige Erfolgsquote von Plattenosteosynthesen allgemein lag in ihrer Studie bei 56,25 % und steht somit im Einklang mit den Erkenntnissen der vorliegenden Studie (SPIEB, 2004). In den Jahren 2003 bis 2007 war die DCP-Technik die Standardtechnik an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung. Sie kam in insgesamt 24 Fällen zum Einsatz. Davon konnten 15 Tiere (62,5 %) geheilt werden. Ab dem Jahr 2007 kam die LCP-Technik vermehrt zum Einsatz (24 Fälle). Davon konnten 13 Tiere (54,2 %) geheilt werden. Dieser Unterschied war im Chi-Quadrat-Test nicht signifikant. Lediglich vier Frakturen wurden in der vorliegenden Studie mittels **Osteosynthesen durch Schrauben** behandelt. Hierbei wurden die betroffenen Fragmente offen reponiert und mittels Schrauben fixiert. Zur zusätzlichen Stabilisierung wurde ein Castverband angebracht. Die geringe Anzahl von Behandlungen mittels Osteosynthesen durch Schrauben spiegeln sich auch in der vorliegenden Literatur wider (KAHRS, 1983; CRAWFORD und FRETZ, 1985; IVANY EWOLDT et al., 2003). In der Untersuchung von SPIEB (2004) kam diese Technik in keinem Fall zum Einsatz (SPIEB, 2004). Lediglich bei Oberschenkelhalsfrakturen beschrieben einige Autoren gute Ergebnisse mittels Osteosynthesen durch Zugschrauben (IVANY EWOLDT et al., 2003; TROSTLE, 2004; BENTLEY et al., 2005). In der vorliegenden Studie wurde kein Patient mit einer Fraktur in diesem Bereich behandelt. Intramedulläre Nagelungstechniken wurden an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung im Untersuchungszeitraum nicht durchgeführt. In der vorliegenden Literatur hingegen wird häufig von der erfolgreichen Anwendung intramedullärer Nagelungstechniken berichtet (AMES, 1981; ST. JEAN et al., 1992a; IVANY EWOLDT et al., 2003; NICHOLS et al., 2010; BELLON und MULON, 2011; ARICAN et al., 2014; NUSS, 2014).

10 Einfluss des Repositionsergebnisses auf den Therapieausgang

In der vorliegenden Untersuchung hatte das Repositionsergebnis im Hinblick auf die Weite des Frakturspaltes und den Grad der Fragmentverschiebung sowohl bei konservativer als auch bei chirurgischer Behandlung keinen signifikanten Einfluss auf das Behandlungsergebnis. So konnten bei chirurgischer Behandlung sogar mehr Patienten mit schlechtem Repositionsergebnis geheilt werden als aus der jeweiligen Gruppe mit gutem Repositionsergebnis. Am besten war die Heilungsquote in der eigenen Untersuchung bei Frakturen, deren Repositionsergebnis als mäßig bezeichnet wurde (72,2 % Fragmentverschiebung; 88,3 % Frakturspalt). Auch bei den konservativen Behandlungsmethoden übertraf die Heilungsquote der Patienten mit schlechtem Repositionsergebnis (87,0 %) im Hinblick auf den Frakturspalt diejenigen mit gutem Ergebnis (83,3 %). Dagegen konnte bei Blick auf die Fragmentverschiebung die Gruppe mit gutem Repositionsergebnis eine bessere Heilungsquote (89,7 %) erzielen als diejenige mit schlechtem Repositionsergebnis (88,0 %). Ein statistisch signifikanter Einfluss eines der untersuchten Parameter auf die Heilungsquote konnte nicht festgestellt werden. Dies steht im Einklang mit Erkenntnissen von BENTLEY et al. (2005), deckt sich allerdings nicht mit der von STEINER et al. (1993) veröffentlichten Arbeit, in der ein negativer Einfluss von schlechten oder mäßigen Repositionsergebnissen postuliert wird (STEINER et al., 1993). In der vorliegenden Arbeit musste die Qualität des Repositionsergebnisses im Hinblick auf den Frakturspalt bei konservativen Behandlungen in den meisten Fällen als schlecht gewertet werden (90,7 %). Hierfür wurden die gleichen Grenzwerte zugrunde gelegt wie bei STEINER et al. (1993). Weitere Parameter wie Kallusbildung, Rotation und Winkelabweichung, die von STEINER et al. (1993) untersucht wurden und in ihre Qualifizierung des Repositionsergebnisses einbezogen wurden, konnten aufgrund des retrospektiven Charakters der vorliegenden Studie nicht untersucht werden. Möglicherweise liegt hier der Grund dafür, dass ihre Ergebnisse im Hinblick auf den Einfluss der Frakturposition auf die Heilungsaussicht hier nicht bestätigt werden konnten. Festzuhalten ist, dass beim Rind auch nach suboptimalen oder sogar schlechten Repositionsergebnissen eine Frakturheilung durchaus möglich ist. Dies liegt vermutlich daran, dass Rinder allgemein ein sehr gutes Frakturheilungspotential haben (CRAWFORD und

FRETZ, 1985; GAMPER et al., 2006; MULON, 2013) und vor allem Kälber über das Potential verfügen, sehr schnell stabilisierenden knöchernen Kallus zu bilden (FERGUSON, 1982).

11 Implantatentfernung

Bei den behandelten Patienten wurden an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung die Besitzer stets aufgefordert, das Tier zur Implantatentfernung wieder vorzustellen. Darüber hinaus mussten sie zur rechtlichen Absicherung der Klinik ein Formblatt unterzeichnen in dem sie sich entweder zur Implantatentfernung an der Klinik verpflichteten, oder dazu bei der Schlachtung des Tieres den Schlachthof über das Vorhandensein eines Implantats zu informieren. Aus medizinischer Sicht ist eine Implantatentfernung erstrebenswert, da im Körper verbleibende Implantate zu Wachstumsstörungen, biomechanischen Schwachstellen am Knochen und Störungen beim Remodelling führen können (NUSS, 2014). Dem Tier können dadurch Schmerzen und Einschränkungen beim Gebrauch der Gliedmaße entstehen (BRAMLAGE, 1989). FERGUSON (1985) empfahl, Implantate nicht auf einmal, sondern etappenweise zu entfernen. Dies sollte das Risiko des Auftretens von Refrakturen senken. Diese Forderung erwies sich in der vorliegenden Studie aus wirtschaftlichen Gründen als nicht praktikabel. So zeigte sich, dass die meisten Landwirte überhaupt nur dann bereit waren, das Tier zur Implantatentfernung vorzustellen, wenn die Klinik dafür ein finanzielles Entgegenkommen signalisierte. Trotzdem wurden nur 22 von 33 Patienten (66,7 %) zur Implantatentfernung vorgestellt. Dieser Wert liegt etwas niedriger als in der Studie von SPIEB (2004), die 78,0 % Implantatentfernungen zählte. Platten wurden durchschnittlich nach etwa 14,4 Wochen entfernt und somit knapp zwei Wochen später, als dies bei SPIEB (2004) der Fall war. HICKMAN (1957) empfahl die Entfernung von Knochenplatten nach sechs bis acht Wochen, da sie anderenfalls zu sehr in den Kallus eingebettet seien, um ohne Probleme entfernt werden zu können (HICKMAN, 1957). Diese Beobachtung konnte in der eigenen Untersuchung nicht bestätigt werden. Auch SPIEB (2004) zählte in ihrer Studie nur einen Fall, bei dem die Platte stark knöchern überbaut war. Allerdings war dieses Tier erst sechs Monate nach der Operation zur Implantatentfernung vorgestellt worden (SPIEB, 2004). In der vorliegenden Studie verliefen alle Implantatentfernungen komplikationslos und es traten keine Refrakturen in der Folge auf, während SPIEB (2004) diese

Komplikation bei zwei Tieren, deren Platte bereits nach acht Wochen entfernt worden war, beobachtete. Die Erkenntnisse der vorliegenden Studie folgen damit den Erkenntnissen von SPIEB (2004) wonach eine Plattenentfernung bei langen Röhrenknochen besser erst nach zehn bis zwölf Wochen (SPIEB, 2004) oder wie in der eigenen Untersuchung nach 14 Wochen erfolgen sollte. Von den Patienten die nicht zur Implantatentfernung vorgestellt wurden, wurde bei keinem Tier von klinischen Problemen durch das Implantat berichtet.

12 Einfluss von Komplikationen auf den Therapieausgang

Legt man im Hinblick auf die Komplikationsrate nur das mit der Arbeit von SPIEB (2004) vergleichbare Patientengut zu Grunde, so zeigt sich, dass in der vorliegenden Studie die Komplikationsrate mit 69,6 % (39 von 56 Patienten) knapp über der von SPIEB (2004) beschriebenen Komplikationsrate von 62,0 % liegt. Betrachtet man in der vorliegenden Studie ausschließlich die chirurgisch behandelten Patienten, so ist die Komplikationsrate mit 67,7 % zwar auch etwas höher, aber grundsätzlich vergleichbar (SPIEB, 2004). Im Hinblick auf Femurfrakturen zählten ST. JEAN et al. (1991) ein vergleichbar häufiges Auftreten von postoperativen Komplikationen bei Femurfrakturen (58,0 %), wie dies in der eigenen Untersuchung der Fall war (55,6 %). NICHOLS et al. (2010) zählten deutlich höhere Komplikationsraten (86,7 %) nach chirurgischer Frakturbehandlung am Femur, während von ARICAN et al. (2012) keine postoperativen Komplikationen beschrieben wurden (ST. JEAN et al., 1991; NICHOLS et al., 2010; ARICAN et al., 2014). Bei reiner Betrachtung der Osteosynthesen mittels Platte betrug die Komplikationsrate 63,0 %. Zum besseren Vergleich mit der Arbeit von SPIEB (2004) wurde die Komplikationsrate bei Plattenosteosynthese für Kälber bis zu einem Alter von zwei Wochen an Zeugo- und Stylopodium errechnet. Diese betrug 70,0 % und war damit deutlich höher als bei SPIEB (2004), wo es nur in 42,9 % solcher Fälle zu Komplikationen kam. Der Grund für die deutlich höhere Komplikationsrate in der eigenen Studie kann nicht schlussendlich geklärt werden. Auffällig ist, dass bei SPIEB (2004) nur Instabilität, lokale Infektionen, systemische Infektionen und Refrakturen als Komplikationen beschrieben wurden, während die eigene Studie auch Veränderungen an anderen Gliedmaßen, Serombildung, Dekubitalstellen und transiente Paresen des Nervus fibularis erfasste. Da nicht geklärt werden kann, ob diese weniger schwerwiegenden Komplikationen von SPIEB (2004) nicht erfasst

wurden, oder nicht auftraten, liegt hier möglicherweise der Grund für die deutlich höhere Komplikationsrate beim eigenen Patientengut. Klammert man diese oben beschriebenen weniger schwerwiegenden Komplikationen aus, so ergibt sich mit 42,6 % eine beinahe identische Komplikationsrate wie bei SPIEß (2004). Es überrascht nicht, dass in der vorliegenden Studie das Auftreten von Komplikationen mit einer signifikanten Verschlechterung der Prognose pro ad vitam für den Patienten einhergeht, da dieser negative Einfluss bereits allgemein angenommen wird. Wohl deshalb und aufgrund der meist geringen Fallzahlen wird in keiner Studie, die hier zitiert wird, dieser Einfluss statistisch belegt. Auch die Tatsache, dass geheilte Patienten mit Komplikationen einen signifikant längeren Klinikaufenthalt verzeichneten, als Patienten ohne Komplikationen, wird in der vorliegenden Literatur statistisch nicht näher beleuchtet.

12.1 Einfluss von Komplikationen auf den Therapieausgang bei konservativen Behandlungsmethoden

Bei den konservativen Behandlungen standen quantitativ Druckstellen unter Castverbänden und Liegestellen als Komplikationen im Vordergrund. Diese Beobachtungen decken sich mit den Untersuchungen mehrerer Autoren, die diese Komplikation nur dann als problematisch einstufen, wenn nicht sofort nach der Diagnosestellung darauf reagiert wurde (ADAMS und FESSLER, 1983; ADAMS, 1985; CRAWFORD und FRETZ, 1985; ST. JEAN et al., 1991; SPIEß, 2004; GANGL et al., 2006; ANDERSON und ST. JEAN, 2008; BAIRD und ADAMS, 2014). Auch die Heilung in Fehlstellung lag bei der telefonischen Nachverfolgung der konservativ behandelten Patienten noch bei 30,0 %. Hierzu wurden 40 Besitzer (57,1 %) von den insgesamt 70 als geheilt entlassenen konservativ behandelten Patienten befragt. Zehn Besitzer beschrieben leichte Abweichungen von der normalen Gliedmaßenstellung und zwei Besitzer sprachen von mittelstarken Abweichungen. Auffällig war, dass bei lediglich drei Tieren, die bei Einlieferung nicht älter als zwei Wochen waren, Abweichungen in der Gliedmaßenstellung beobachtet wurden, während die anderen neun Tiere alle älter waren (Durchschnittsalter: 294 Tage). In dieser Gruppe der älteren Tiere befanden sich auch die beiden Patienten, bei denen die Abweichung von der normalen Gliedmaßenstellung noch als mittelgradig bezeichnet wurde. Diese Erkenntnisse decken sich mit den Aussagen mehrerer Autoren, die vor allem Kälbern ein herausragendes Knochenheilungspotential attestieren und sich Fehlstellungen in

vielen Fällen mit der Zeit durch das sogenannte „Remodelling“ von selbst korrigieren (ADAMS und FESSLER, 1983; FROST, 1989; TROSTLE und MARKEL, 1996). Bei älteren Tieren ist diese Fähigkeit weniger stark ausgeprägt (RAHN, 1982). In den meisten Fällen war die Gliedmaßenfehlstellung jedoch unproblematisch für das Tier und stand der Nutzungstauglichkeit nicht im Wege. Dieses Ergebnis folgt damit den Aussagen vieler anderer Autoren, die diese Komplikation zwar häufig beschrieben, sie allerdings nur in seltenen Fällen einer weiteren Nutzung des Tieres im Wege stand (LUNDVALL, 1960; ADAMS und FESSLER, 1983; ADAMS, 1985; STEINER et al., 1993; MARTENS et al., 1998; BAIRD und ADAMS, 2014). Während MARTENS et al. (1998) und NICHOLS et al. (2010) häufig hochgradige Veränderungen bis hin zu Frakturen an vorher unbeteiligten Gliedmaßen beobachteten, spielte diese Form der Komplikation in der vorliegenden Studie nur eine untergeordnete Rolle. Dies mag vor allem daran liegen, dass in beiden zitierten Arbeiten die Frakturen häufig (MARTENS et al. (1998)) oder immer (NICHOLS et al. (2010)) mittels Stallruhe behandelt wurden. Somit konnte die betroffene Gliedmaße bei diesen Patienten nicht stabilisiert werden, was eine deutlich höhere Belastung für die anderen Gliedmaßen bedeutet, als bei Tieren, bei denen die betroffene Gliedmaße durch Schienen oder Verbände stabilisiert wird. In der eigenen Studie handelte es sich um einen Fall einer linksseitigen Radiusfraktur eines drei Tage alten Kalbes, welches mittels Castverband behandelt wurde. Am fünften Tag der Behandlung kam es aus ungeklärter Ursache zur Fraktur des ipsilateralen Metatarsus, woraufhin das Tier eingeschläfert werden musste. Es ist festzuhalten, dass die Inzidenz einer solchen Komplikation bei konservativer Behandlung in der vorliegenden Studie zwar gering war, die Schwere der Komplikation eine Heilung aber in aller Regel unmöglich macht (MARTENS et al., 1998; NICHOLS et al., 2010). Die von SPIEB (2004) häufig beobachtete **Frakturinstabilität** bei konservativer Behandlung spielte in der vorliegenden Studie keine Rolle. Dies mag wiederum am unterschiedlichen Patientengut der beiden Studien liegen. Betrachtet man in der eigenen Untersuchung lediglich die konservativ behandelten Frakturen am Zeugopodium wie bei SPIEB (2004) so konnte nur einer von drei Patienten geheilt werden. Dies untermauert die Meinung, dass stabile Frakturfixierung mittels Castverbänden am Röhrbein gut möglich ist, während diese Behandlungsmethode für das Zeugopodium nur bedingt erfolgversprechend ist (HICKMAN, 1957; FERGUSON, 1982; KAHRS, 1983; CRAWFORD und FRETZ, 1985;

TULLENERS, 1986a; DENNY et al., 1988; ELMA, 1988; STEINER et al., 1993; ANDERSON und ST. JEAN, 2008; NUSS, 2014). In der vorliegenden Studie konnten dennoch 16 der 23 Patienten (69,6 %), bei denen es zu Komplikationen nach konservativer Frakturbehandlung kam, geheilt werden. Diese Erfolgsquote ist deutlich höher, als in der Arbeit von SPIEB (2004). Hier konnte nur eines von fünf Tieren mit Komplikationen nach konservativer Frakturbehandlung geheilt werden (SPIEB, 2004). Bei erneuter genauer Betrachtung der konservativ versorgten Frakturen am Zeugopodium im eigenen Patientengut zeigt sich, dass keiner der zwei Patienten, bei denen es zu Komplikationen kam, geheilt werden konnte. Somit steht das Ergebnis der eigenen Auswertung im Einklang zu den Erkenntnissen von SPIEB (2004).

12.2 Einfluss von Komplikationen auf den Therapieausgang bei chirurgischen Behandlungsmethoden

Bei den chirurgischen Behandlungsmethoden kam es in sieben Fällen bereits während der Operation zu Komplikationen, die so schwer waren, dass die Operation abgebrochen und der Patient eingeschläfert werden musste. In sechs Fällen lag dies daran, dass eine Reposition aufgrund starker Muskelkontraktion nicht möglich war. Diese Komplikation wurde bereits von mehreren Autoren als große Herausforderung vor allem bei Osteosynthesen am Femur beschrieben (AMES, 1981; FERGUSON, 1982; SPIEB, 2004; NUSS, 2014). In einem Fall verhinderte zu starke Splitterung das Einbringen eines Implantats. SPIEB (2004) beschrieb mit neun von 91 operativ behandelten Tieren, die die Operation nicht überlebten, eine ähnlich hohe Inzidenz für fatale intraoperative Komplikationen. Allerdings starben in ihrer Untersuchung fünf Tiere durch Narkosezwischenfälle (SPIEB, 2004). Diese, rein durch die Narkose bedingte Komplikation, trat in der vorliegenden Studie nicht auf. Im postoperativen Behandlungsverlauf kam es in der vorliegenden Arbeit in 13 Fällen zu **Druck- oder Dekubitalstellen**. Diese rührten entweder von zusätzlich angebrachten Verbänden her, oder waren durch vermehrtes Liegen entstanden. In der vorliegenden Literatur wird dieser Komplikation bei chirurgischen Behandlungsmethoden kaum Beachtung geschenkt. Über die Gründe dafür kann nur spekuliert werden. So ist es einerseits möglich, dass diese Art der Komplikation von den Autoren als zu wenig schwerwiegend empfunden wurde und deshalb in den Studien vernachlässigt wurde. Andererseits ist mit dem Auftreten von Dekubitalstellen erst einige Tage

nach der Operation zu rechnen. Damit entwickeln Tiere, die bereits wenige Tage nach Operation auf den Heimatbetrieb entlassen werden, diese Komplikationen bereits außerhalb der Klinik, sodass sie vom operierenden Tierarzt nicht erfasst werden können. Festzuhalten bleibt, dass in der vorliegenden Studie Dekubitalstellen keineswegs als typische Komplikation bei chirurgischer Frakturbehandlung anzusehen sind, sie aber dennoch auftreten und zu Problemen führen können, wenn sie nicht frühzeitig erkannt und behandelt werden. Deshalb ist eine tägliche Untersuchung der Patienten im Hinblick auf diese Art der Komplikation dringend von Nöten.

Wundinfektionen traten in der vorliegenden Studie genau so häufig auf wie Druck- und Dekubitalstellen. Diese Art der Komplikation ist allerdings als deutlich problematischer zu betrachten, da sie sich leicht zu systemischen Infektionen ausweiten oder ins Frakturgebiet einwandern und zu Osteomyelitiden führen können (FUBINI und DUCHARME, 2004). In der eigenen Studie konnten neun der 13 Patienten, bei denen es zur Wundinfektion kam, nicht geheilt werden. Deshalb ist es unabdingbar, bereits prophylaktisch geeignete Maßnahmen zu ergreifen, die das Auftreten einer solchen Komplikation verhindern. Dazu zählen eine prophylaktische antibiotische und antiphlogistische Therapie und steriles Arbeiten während der Operation, um eine Kontamination der Wunde zu vermeiden (FUBINI und DUCHARME, 2004). Während der Operation wurden an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung stets Tupferproben für eine bakteriologische Untersuchung aus dem Frakturgebiet entnommen und ein Resistenztest durchgeführt. Damit wurde geprüft ob bereits eine Kontamination des Frakturgebietes eingetreten war. Mit neun rein lokalen und zehn systemischen Infektionen bei 82 Kälbern (21,2 %) im postoperativen Verlauf ist die Inzidenz dieser Komplikation bei SPIß (2004) ähnlich wie in der vorliegenden Arbeit. Auch andere Autoren beschreiben Wundinfektion oder auch Serombildung als typische Komplikation nach chirurgischer Frakturbehandlung (CRAWFORD und FRETZ, 1985; FESSLER und ADAMS, 1996; NICHOLS et al., 2010). Auffällig in der eigenen Untersuchung war, dass nur ein Kalb, das eine Wundinfektion entwickelte nicht zusätzlich an einer Begleiterkrankung litt, wohingegen die anderen Tiere alle von Begleiterkrankungen betroffen waren. Neun dieser Tiere litten u.a. an Neugeborenenenddurchfall und zwei an Bronchopneumonie, wovon bei einem Tier eine Hypogammaglobulinämie

nachgewiesen war.

Zu **Implantatlockerung oder -ausriss** kam es in zehn von 58 Fällen (17,2 %), was in sieben Fällen dazu führte, dass die Patienten eingeschläfert werden mussten. Diese Erkenntnis folgt den Angaben mehrerer Autoren, die die Implantatlockerung als häufige (AMES, 1981) und schwerwiegende Komplikation bei der chirurgischen Behandlung von Frakturen sahen (FESSLER und ADAMS, 1996; SPIEB, 2004; NICHOLS et al., 2010). Insgesamt kam es nach Osteosynthese mit DCP in fünf Fällen zur Implantatlockerung, nach Osteosynthese durch Schraube in drei Fällen und nach Osteosynthese mittels LCP in zwei Fällen. Diese Erkenntnis steht im Einklang mit der Untersuchung von HOERDEMANN (2010) die eine Überlegenheit des LCP-Systems gegenüber dem LC-DCP-System nachweisen konnte. Aus der vorliegenden Studie kann dieser Zusammenhang nicht statistisch nachgewiesen werden, da es sich nicht um standardisierte Osteosynthesen handelte, weshalb die Stabilität der Osteosynthese von diversen anderen Faktoren beeinflusst werden konnte (betroffener Knochen/Knochenkompartiment, Komplexität der Fraktur, Anzahl der Schrauben, etc.). Darüber hinaus muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass eine Osteosynthese mittels LCP wegen des hohen Materialpreises die Kosten für eine Osteosynthese mittels DCP deutlich übersteigt. SPIEB (2004) beschrieb die Implantatlockerung mit 37 Fällen als bedeutendste Komplikation nach chirurgischer Behandlung. Als Ursache für das häufige Auftreten wird die Tatsache gesehen, dass im bovinen Knochen allgemein und besonders in Knochen von Kälbern kein guter Halt von Implantaten erreicht werden kann (HICKMAN, 1957; AMES, 1981; FERGUSON et al., 1986; AUER et al., 1993; KIRPENSTEIJN et al., 1993; HOERDEMANN et al., 2012; NUSS, 2014). Weitere Gründe dafür werden in Infektionen, die sich entlang eines Bohrkannals entwickeln können oder in thermischen Schäden am Knochen, die während des Einbringens des Implantats entstehen, gesehen (GREEN, 1983; KANEPS et al., 1989). Thermischen Schäden sollte deshalb durch Kühlung des Bohrers mittels steriler Spüllösung vorgebeugt werden (MATTHEWS und HIRSCH, 1972). Darüber hinaus könnte auch eine durch das Implantat verursachte Porosierung des Knochens, wie von FIELD (1997) beschrieben, ursächlich für Implantatlockerungen sein (FIELD, 1997).

Zu **Osteomyelitiden** kam es in der vorliegenden Studie nur in vier Fällen. Drei

dieser Patienten mussten eingeschlafert werden. In allen drei Fällen trat die Osteomyelitis in Folge einer Wundinfektion auf. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit der Aussage von FUBINI und DUCHARME (2004), welche Wundinfektionen als mögliche Ursache für das Auftreten von Osteomyelitiden sehen. Auch diese Anzahl des Auftretens von Osteomyelitis ist vergleichbar mit anderen Studien (AMES, 1981; SPIEß, 2004). So zählte SPIEß (2004) bei 64 Plattenosteosynthesen insgesamt vier Fälle (6,3 %) von Osteomyelitis (SPIEß, 2004). Im Gegensatz dazu beschrieben TULLENERS et al. (1986) und DENNY et al. (1988) diese Art der Komplikation in mehreren Fällen nach konservativer Behandlung mittels Casts (TULLENERS, 1986b; DENNY et al., 1988). Dies mag darin begründet sein, dass in diesen Untersuchungen einige Tiere mit offenen Frakturen mittels Castverbänden behandelt wurden und somit in diesen Fällen leicht Keime von außen ins Frakturgebiet einwandern konnten. Diese Beobachtung bestärkt die Meinung anderer Autoren, dass bei offenen Frakturen eine chirurgische Behandlung angezeigt ist (FERGUSON, 1982; ANDERSON und ST. JEAN, 2008). Obwohl in der Literatur selten von **Überlastungserscheinungen** an anderen Gliedmaßen nach chirurgischer Behandlung berichtet wird, traten diese in der vorliegenden Studie in drei Fällen auf. Diese Komplikation war jedoch von geringer Schwere und stand der Heilung nicht im Wege. Andere Autoren sehen diese Komplikation eher als typisch bei konservativen Behandlungsmethoden (MARTENS et al., 1998; NICHOLS et al., 2010). Eine Erklärung für das Auftreten von Überlastungserscheinungen in der vorliegenden Studie mag die Tatsache sein, dass von den drei betroffenen Patienten bei zweien eine zusätzliche äußere Fixierung durch einen Castverband angebracht worden war. Dies könnte die Ursache dafür sein, dass es zu dieser Komplikation, die sonst eher bei konservativen Behandlungsmethoden beobachtet wird, kam. Generell scheinen Rinder wenig anfällig für Überlastungserscheinungen an anderen Gliedmaßen während Frakturbehandlung zu sein. Gründe dafür werden in der Tatsache gesehen, dass Rinder viel Zeit am Tag im Liegen verbringen und auch sonst in der Regel ein ruhiges Gemüt besitzen (ANDERSON und ST. JEAN, 2008; ST. JEAN und ANDERSON, 2014).

Zur **Refraktur** kam es in der vorliegenden Studie in einem Fall. Diese selten auftretende aber wegen ihrer Schwere gefürchtete Komplikation wird auch von anderen Autoren mit meist fatalem Ausgang beschrieben (MARTENS et al.,

1998; SPIEB, 2004). Da der Terminus „Refraktur“ von vielen Autoren unterschiedlich verwendet und teilweise weitläufig ausgelegt wird, sollte diese Komplikation immer für den Einzelfall betrachtet werden. Refrakturen, die in der Aufwachphase durch ungezielte Bewegungen entstehen, sind beim Rind im Vergleich zum Pferd eher selten, was wieder mit dem ruhigen Gemüt begründet werden kann (ST. JEAN et al., 1991; ANDERSON und ST. JEAN, 2008). Refrakturen, die im späteren Behandlungsverlauf, noch vor Implantatentfernung entstehen, stehen meist im Zusammenhang mit Implantatversagen oder entstehen an anderer Stelle am Knochen. In der vorliegenden Studie wurde dieses Phänomen beobachtet. Dieser Fall betraf ein ein Tag altes Fleckviehkalb mit einer diaphysären Tibiafraktur, welches mittels Plattenosteosynthese versorgt worden war. Vier Tage nach der Operation kam es zur Refraktur an einer anderen Stelle am Knochen. Als Erklärung für diese Art der Komplikation wird vermutet, dass sich durch die Veränderung der Biomechanik des Knochens durch das Implantat Kräfte an bestimmten Stellen des Knochens konzentrieren, welche seine Belastungsfähigkeit übersteigen. Darüber hinaus wird der Knochen durch das Einbringen von Schrauben an diesen Stellen geschwächt, sodass die Belastbarkeit abnimmt. Eine allgemeine Schwächung des Knochens durch implantatinduzierte Osteoporose wird von GAUTHIER und PERREN (1992) und FIELD (1997) beschrieben. Refrakturen **nach Implantatentfernung** traten in der vorliegenden Studie nicht auf, obwohl mehrere Autoren darauf hinweisen, dass der Knochen durch die implantatinduzierte Porosierung und residuelle Schraubenlöcher an Stabilität einbüßt (RAND et al., 1981; MATIS et al., 1985; ROSSON et al., 1991; GAUTHIER und PERREN, 1992; FIELD, 1997; OCHS et al., 2012). Um das Auftreten dieser Komplikation möglichst zu verhindern, wurden an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung stets die Besitzer angewiesen die Tiere nach Implantatentfernung weiterhin einzeln und räumlich begrenzt aufzustellen. Wenn man davon ausgeht, dass diese Anweisung befolgt wurde, so zeigt die vorliegende Studie, dass diese Maßnahme geeignet ist, um Refrakturen nach Implantatentfernung vorzubeugen.

Gesamt betrachtet konnten in der vorliegenden Studie 18 von 44 Patienten (40,9 %) bei denen es nach chirurgischer Behandlung zu Komplikationen kam, die Klinik geheilt verlassen. Aus der Gruppe der Kälber im Alter von bis zu zwei Wochen konnten 17 von 39 Kälbern (43,6 %), bei denen Komplikationen nach

chirurgischer Behandlung auftraten, geheilt werden. Diese Beobachtung steht im Einklang mit den Beobachtungen von SPIEB (2004), in deren Arbeit die Heilungsrate nach Auftreten von Komplikationen 40,8 % betrug (SPIEB, 2004).

13 Einfluss des Zeitpunkts der Einlieferung auf den Therapieausgang

In der eigenen Arbeit konnte kein signifikanter Einfluss von verspäteter Einlieferung an die Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung (mehr als drei Tage nach Frakturentstehung) auf das Heilungsergebnis festgestellt werden. Dies überrascht, da der klinische Eindruck besteht, dass Rinder mit verspäteter Einlieferung ein höheres Komplikationsrisiko und geringere Heilungsaussichten hatten. Diese Erkenntnis deckt sich mit den Beobachtungen anderer Autoren, die auch keinen mathematischen Einfluss von verspäteter Einlieferung auf die Frakturheilung feststellen konnten, diesen klinisch jedoch vermuteten (FERGUSON et al., 1986; FERGUSON et al., 1990; BENTLEY et al., 2005). Der Medianwert bis zur Einlieferung an die Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung lag in der vorliegenden Studie bei einem Tag. Dieser Wert entspricht den Erwartungen, wenn man bedenkt, dass der Landwirt in der Regel zuerst den Hoftierarzt hinzuzieht und erst in der Folge Kontakt zu einer Klinik aufnimmt und den Transport organisiert. Wie in der eigenen Studie wurden auch in der Studie von SPIEB (2004) die meisten Tiere innerhalb von drei Tagen nach Frakturentstehung eingeliefert. Nur in Ausnahmefällen kam es zu deutlich verspäteter Einlieferung (SPIEB, 2004).

14 Einfluss von Begleiterkrankungen auf den Therapieausgang

Insgesamt lagen bei 135 von 202 (66,8 %) der eingelieferten Patienten Begleiterkrankungen vor, die nicht in direktem Zusammenhang mit der Fraktur standen. Diese Begleiterkrankungen verringerten die Aussichten auf Heilung in der vorliegenden Studie nicht signifikant ($p=0,19$). Selbst bei Betrachtung der Gruppe der Kälber im Alter von bis zu zwei Wochen konnte in der vorliegenden Studie kein signifikanter Einfluss von Begleiterkrankungen auf das Heilungsergebnis festgestellt werden ($p=0,75$). Eine mögliche Erklärung dafür ist,

dass an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung Tiere mit schwerwiegenden Begleiterkrankungen öfter von einer Behandlung ausgeschlossen wurden als Tiere ohne Begleiterkrankung. So hatten aus der Gruppe der Kälber im Alter bis zu zwei Wochen, denen keine Behandlung zukam, 21 von 27 (77,8 %) eine Begleiterkrankung oder wiesen ein reduziertes Allgemeinbefinden auf, während aus der Gruppe der behandelten nur 64 von 109 (58,7 %) bei Einlieferung bereits eine Begleiterkrankung aufwiesen. Dieser Unterschied ist zwar nicht signifikant, zeigt aber eine Tendenz dazu auf, dass Tiere mit Begleiterkrankung seltener behandelt wurden, als Tiere ohne Begleiterkrankung ($p=0,067$). Darüber hinaus wurden bestehende Begleiterkrankung sofort intensiv therapiert. SPIEß (2004) und FERGUSON et al. (1986) werteten in ihren Studien das Fehlen von Begleiterkrankungen als aussagekräftigen prognostischen Faktor. Auch andere Arbeiten messen dem Allgemeinbefinden von Kälbern mit Gliedmaßenfrakturen eine prognostische Wichtigkeit bei (FERGUSON et al., 1986; FERGUSON et al., 1990; ST. JEAN et al., 1992a; FESSLER und ADAMS, 1996; SPIEß, 2004; ST. JEAN und ANDERSON, 2014).

15 Einfluss der Kolostrumversorgung auf den Therapieausgang

Mehrere Studien beschreiben einen Zusammenhang zwischen schlechter Kolostrumversorgung und erhöhter Kälbersterblichkeit im Allgemeinen und untermauern diese Erkenntnisse durch Laborwerte (DONOVAN et al., 1998; TYLER et al., 1998; ERBERS, 2005). Auch in Bezug auf die Heilungsaussichten nach Gliedmaßenfrakturen bei neugeborenen Kälbern stellen viele Autoren diesen Zusammenhang her, ohne diesen jedoch durch Laborwerte zu verdeutlichen (FERGUSON, 1982; FERGUSON et al., 1986; ST. JEAN et al., 1992a; SPIEß, 2004; TROSTLE, 2004; NUSS, 2014). ST. JEAN und ANDERSON (2014) fordern die Untersuchung von Immunglobulin G, Gesamteiweiß und des Leukozytenwertes, um den passiven Transfer von Immunglobulinen und den systemischen Gesundheitszustand von Kälbern zu diagnostizieren. Allerdings geben sie keine Grenzwerte zur Orientierung an (ST. JEAN und ANDERSON, 2014). In der vorliegenden Studie wurden Laborwerte, die einen Hinweis auf die Kolostrumaufnahme und den passiven Transfer von Immunglobulinen in die

Blutbahn geben (GGT, GE), statistisch ausgewertet und deren Einfluss auf das Heilungsergebnis untersucht. Die Ergebnisse bestätigen die Erkenntnisse oben genannter Autoren und untermauern durch tatsächlich gemessene Laborwerte die Wichtigkeit einer ausreichenden Kolostrumversorgung von neonaten Frakturpatienten. So verzeichneten Tiere, deren Laborparameter auf ausreichende Kolostrumversorgung schließen ließen, signifikant ($p < 0,05$) oder zumindest tendenziell ($p < 0,1$) bessere Heilungsraten, als dies bei Patienten mit niedrigeren Werten der Fall war. Ein möglicher Grund dafür, dass die Laborwerte zur Kolostrumversorgung in der vorliegenden Studie keinen noch deutlicheren statistischen Einfluss auf das Behandlungsergebnis hatten, liegt in der Tatsache, dass bereits bei der Entscheidung, ob eine Behandlung durchgeführt werden sollte, die Kolostrumversorgung ein entscheidendes Kriterium darstellte. So wurden aus der Gruppe der Kälber, deren GGT-Wert 200 U/l nicht überstieg nur 26 von 37 (70,3 %) behandelt, während aus der Gruppe der Kälber mit GGT-Werten über 200 U/l 76 von 85 (89,4 %) behandelt wurden. Somit wurden bereits signifikant mehr Kälber mit GGT-Werten von über 200 U/l behandelt, als Kälber mit Werten darunter ($p = 0,0087$). Hinzu kommt, dass in sieben Fällen als Therapiemaßnahme auf die festgestellte Hypogammglobulinämie eine Bluttransfusion durchgeführt wurde. Diese Maßnahme wurde bereits von NUSS et al. (2011) als möglicherweise erfolgversprechend bei der Frakturbehandlung von neugeborenen Kälbern diskutiert. Von diesen sieben Kälbern konnten vier geheilt werden, während drei eingeschläfert werden mussten. In einem Fall war die Infektion mit dem BVD-Virus und in zwei Fällen schwerwiegende Heilungskomplikationen (Fraktur an anderer Gliedmaße und Wundinfektion) ursächlich für die Entscheidung zur Euthanasie.

16 Telefonische Spätkontrolle

Ziel der telefonischen Spätkontrolle war es herauszufinden, wie die Tiere, die aus der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der Ludwig-Maximilians-Universität München entlassen wurden, sich auf dem Heimatbetrieb weiter entwickelten. Aus den Ergebnissen dieser Studie lässt sich erkennen, dass ein Großteil (40 Patienten, 65,6 %) der geheilten Patienten ihrem Verwendungszweck (Zucht oder Mast) zugeführt werden konnte und in Bezug auf die Leistung nicht hinter den anderen Tieren ihrer Herde zurück blieb. Von sieben Besitzern (11,5 %) konnten zu diesem Thema keine Angaben mehr gemacht

werden. Auch SPIEB (2004) stellte bei ihrer Spätuntersuchung fest, dass bei den meisten Tieren (90,0 %), die mittelfristig geheilt werden konnten auch ein Langzeiterfolg vorlag und die Tiere längerfristig genutzt werden konnten. Vergleichbare Werte beschrieben ADAMS und FESSLER (1983) (93 %) (Zeugopodium) TULLENERS (1986) (91 %) (Metacarpus- und Metatarsusfrakturen), BELLON und MULON (2011) (86 %) (Femur) und NICHOLS et al. (2010) (70,0 %). FERGUSON (1990) berichtete sogar von einer 100-prozentigen Erfolgsquote bei der Spätuntersuchung. Allerdings fand diese in seiner Studie bereits sechs Wochen bis zwei Monate nach Entlassung aus der Klinik statt. In der eigenen Untersuchung mussten acht Patienten (12,3 %) den Betrieb frakturassoziiert verlassen. Darunter befanden sich allerdings auch zwei Tiere, welche vom Besitzer vorsorglich zur Schlachtung geschickt wurden, um das Risiko von Spätkomplikationen auszuschließen. Aus den vorliegenden Daten kann der Schluss gezogen werden, dass Patienten, die nach gutem Heilungsergebnis aus der Klinik entlassen werden, in der Regel zur langfristigen Nutzung zur Verfügung stehen. So ist diese Erkenntnis möglicherweise wichtig für die Besitzer von Frakturpatienten im Hinblick auf die Entscheidung für oder gegen einen Behandlungsversuch.

Die hohe Zufriedenheit der Besitzer mit der Behandlung in der eigenen Studie kommt unter Anderem dadurch zustande, dass im Rahmen der Spätkontrolle nur Besitzer befragt wurden, deren Patienten geheilt werden konnten. Dennoch zeigt die Tatsache, dass 86,9 % der befragten Besitzer eine vergleichbare Verletzung wieder an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung behandeln lassen würden, den hohen Stellenwert der Frakturbehandlung beim Rind und die Bereitschaft der Landwirte auch aufwändige Behandlungen mitzutragen. Hierbei muss erwähnt werden, dass die Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung aus Gründen der Forschung und Lehre den Landwirten bei den Behandlungskosten teilweise finanziell entgegen kam. Insofern sind die Ergebnisse zur Bereitschaft von Landwirten, generell derartige Behandlungen durchführen zu lassen, vorsichtig zu interpretieren.

VI ZUSAMMENFASSUNG

Frakturen der langen Röhrenknochen beim Rind

Eine retrospektive Studie über Auftreten, Behandlungen und Heilungsergebnisse

(2003-2013)

In dieser retrospektiven Studie wurden Patientenakten von 202 Frakturpatienten an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der Ludwig-Maximilians-Universität München ausgewertet. Die Studie umfasste einen Zeitraum von zehn Jahren und begann mit dem Tag der Eröffnung der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung in Oberschleißheim als eigenständige Klinik. Im Gegensatz zu vorhergehenden Studien umfasste diese Arbeit Frakturen aller Röhrenknochen bei Rindern aller Altersklassen.

Bei der Mehrheit der Patienten handelte es sich um neugeborene Kälber in einem Alter von nicht mehr als zwei Wochen (66,3 %), von denen die überwiegende Mehrheit ihre Frakturen im Zusammenhang mit der Geburt erlitt (89,6 %). Der Hauptanteil hiervon war durch übermäßige Zughilfe (48,6 %) gefolgt von unbeobachteter Geburt entstanden (35,8 %).

Bei 66,8 % der Patienten kam es im Behandlungszeitraum zu Begleiterkrankungen, die nicht in direktem Zusammenhang mit der Gliedmaßenfraktur standen. Die häufigsten Begleiterkrankungen waren hierbei Neugeborenenenddurchfall, Nabelerkrankungen, Lungenentzündungen, Neuromyodysplasia congenita und Sepsis. Begleiterkrankungen hatten in dieser Untersuchung keinen signifikanten Einfluss auf den Therapieausgang.

Frakturen traten öfter an der Beckengliedmaße als an der Schultergliedmaße auf. Die am häufigsten betroffenen Knochen in absteigender Reihenfolge waren: Metacarpus (29,3 %), Femur (25,5 %), Metatarsus (21,6 %), Tibia (14,4 %), Antebrachium (5,8 %) und Humerus (3,4 %). Insgesamt lagen 35 Frakturen der Wachstumsfuge vor. Dabei handelte es sich in 19 Fällen um Salter Harris Typ I, in 15 Fällen um Salter Harris Typ II Frakturen und in einem Fall um einen Trümmerbruch. Am häufigsten waren Frakturen der langen Röhrenknochen in der

Diaphyse gefolgt von der distalen Metaphyse lokalisiert. Die häufigste Frakturkonfiguration war die einfache Fraktur gefolgt von Trümmerbrüchen. Unter Berücksichtigung aller Knochen traten 24 offene Frakturen (11,5 %) auf.

Insgesamt wurden 152 Patienten behandelt. Davon wurde in 65 Fällen (42,8 %) eine chirurgische und in Fällen (57,2 %) eine konservative Behandlungsmethode gewählt. Vor allem Frakturen des Metacarpus und des Metatarsus wurden konservativ mittels Castverbänden behandelt, während Frakturen an proximaleren Gliedmaßenabschnitten in der Regel chirurgisch versorgt wurden. Die häufigste chirurgische Behandlungsmethode war die Plattenosteosynthese (61), wobei bis zum Jahr 2009 vorwiegend die DCP-Technik und danach hauptsächlich die LCP-Technik verwendet wurde. Diese unterschiedlichen Osteosynsetechniken durch Platten hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Heilungsquote.

Von den behandelten 152 Patienten konnten 103 (67,8 %) die Klinik geheilt wieder verlassen. Die Erfolgsquote bei chirurgischen Behandlungen lag bei 50,8 % und bei konservativen Behandlungen bei 80,5 %. Die übrigen Tiere starben (5) an Komplikationen oder Begleiterkrankungen im Behandlungsverlauf oder mussten deswegen eingeschläfert werden (44). Sieben Tiere mussten bereits aufgrund intraoperativer Komplikationen eingeschläfert werden.

Bei insgesamt 67 Patienten (44,1 %) traten frakturassoziierte Komplikationen im Behandlungsverlauf auf. Das Auftreten von Komplikationen verschlechterte die Heilungsaussicht der Patienten signifikant ($p=0,003$) und verlängerte auch deren Klinikaufenthalt signifikant ($p=0,002$). Komplikationen traten signifikant häufiger nach chirurgischen Behandlungen als nach konservativen Behandlungen auf ($p<0,001$).

Günstig auf die Prognose bei Kälbern wirkten sich Laborwerte aus, die auf eine gute Kolostrumversorgung schließen lassen (GGT, GE). So waren die Erfolgsaussichten für konservativ behandelte Kälber mit guter Kolostrumversorgung besser als für Kälber mit schlechter Versorgung (GGT: $p=0,073$; GE: $p=0,0078$). Dieser Trend setzte sich bei den chirurgisch behandelten Kälber nicht fort (GGT: $p=0,182$; GE: $p=0,71$). Alter der Fraktur, Gewicht der Patienten und die Qualität des Repositionsergebnisses hatten keinen signifikanten Einfluss auf das Behandlungsergebnis. Allerdings zeigte sich, dass selbst bei schlechten Repositionsergebnissen besonders bei konservativen

Behandlungsmethoden eine Frakturheilung möglich war.

VII SUMMARY

Longbone Fractures in Cattle

A Retrospective Study on Occurrence, Treatment and Outcome (2003-2013)

In this retrospective study at the Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung of the Ludwig-Maximilians-University of Munich clinical records of 202 patients with fractures of the longbones were evaluated. The study included a period of ten years starting with the opening day of the clinic in Oberschleißheim as an independent institute. In contrast to many previously published studies, this one included fractures of all long bones in cattle of all ages.

The majority of the patients were newborn calves with an age not exceeding two weeks (66.3 %), of which most fractures (89.6 %) had developed during birth. The majority of these fractures developed because of excessive traction force (48.6 %) followed by unsupervised partus (35.8 %).

In 66.8 % of patients additional disorders, not directly associated with the fracture, were observed during their hospitalization. Neonatal diarrhea, umbilical diseases, pneumonia, congenital neuromyodysplasia and sepsis were seen most frequently. Additional disorders in this study did not have significant influence on the successful outcome.

Fractures occurred more often on the hindlimb than on the forelimb. The bones affected by fractures most frequently were: metacarpus (29.3 %), femur (25.5 %), metatarsus (21.6 %), tibia (14.4 %), antebrachium (5.8 %) and humerus (3.4 %). Fractures of the epiphyseal growth plate occurred in 35 cases of which 19 were Salter Harris Type I fractures and 15 were Salter Harris Type II fractures and one was a comminuted fracture. Most of the longbone fractures were located in the diaphysis followed by the distal metaphysis. The configuration seen most frequently was the simple fracture followed by the compound fracture. Fractures were open in 24 cases (11.5 %).

Of the 152 patients that received a treatment, 65 (42.8 %) were treated surgically and 87 (57.2 %) were treated conservatively. Fractures of the metacarpus and

metatarsus were often treated by cast application, while upper limb fractures were normally treated surgically. Plate fixation was the surgical method chosen most frequently (61). Until 2009 dynamic compression plating was usually performed, afterwards locking compression plating was the technique of choice. The plate used did not have significant influence on the clinical outcome.

A successful outcome was achieved in 103 of 152 (67.8 %) patients treated. The success rate of surgical treatment was 50.8 % and of conservative treatment 80.5 %. The remaining animals died (5) of complications, additional disorders or had to be euthanized (44). Seven animals had to be euthanized during surgery because of severe intraoperative complications.

Fracture complications occurred in 67 patients (44.1 %). The presence of complications had a significant negative influence on the outcome ($p=0,003$) and patients had to be kept in hospital significantly longer ($p=0,002$). Complications occurred significantly more often in surgically treated than in conservatively treated animals ($p<0,001$).

Conservatively treated neonatal calves with blood parameters that suggested good colostrum intake (GGT, total protein (TP)) had a better outcome than other calves (GGT: $p=0,073$; TP: $p=0,0078$). There was no significant difference regarding the surgically treated calves (GGT: $p=0,182$; TP: $p=0,71$). According to this study the time until treatment, the weight of the patient and the quality of fracture reduction all had no significant influence on the outcome. Even if fracture reduction especially in conservatively treated fractures was often classified as poor, there was still a fair chance of fracture healing.

VIII LITERATURVERZEICHNIS

Adams SB, Fessler JF. Treatment of radial-ulnar and tibial fractures in cattle, using a modified Thomas splint-cast combination. J Am Vet Med Assoc 1983; 183: 430-3.

Adams SB. The role of external fixation and emergency fracture management in bovine orthopedics. Vet Clin North Am Food Anim Pract 1985; 1: 109-29.

Aitken AP. The end results of the fractured distal tibial epiphysis. J Bone Joint Surg Am 1936; 18: 685-91.

Ames NK. Comparison of methods for femoral fracture repair in young calves. J Am Vet Med Assoc 1981; 179: 458.

Anderson DE, St. Jean G. External skeletal fixation in ruminants. Vet Clin North Am Food Anim Pract 1996; 12: 117-52.

Anderson DE, St. Jean G. Management of fractures in field settings. Vet Clin North Am Food Anim Pract 2008; 24: 567-82, viii.

Arıcan M, Erol H, Esin E, Parlak K. A Retrospective Study of Fractures in Neonatal Calves: 181 Cases (2002-2012). Pak Vet J 2014; 34: 247-50.

Auer JA, Steiner A, Iselin U, Lischer C. Internal fixation of long bone fractures in farm animals. Vet Comp Orthop Traumatol 1993; 6: 36-41.

Baird AN, Adams SB. Use of the Thomas splint and cast combination, Walker splint, and Spica bandage with an over the shoulder splint for the treatment of fractures of the upper limbs in cattle. Vet Clin North Am Food Anim Pract 2014; 30: 77-90.

Banks K. Host defense in the newborn animal. J Am Vet Med Assoc 1982; 181: 1053.

Belge A, Akin I, Gülayadin A, Yazici MF. The treatment of distal metacarpus fracture with locking compression plate in calves. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 2016; 40: 234-42.

Bellon J, Mulon P-Y. Use of a novel intramedullary nail for femoral fracture repair in calves: 25 cases (2008–2009). J Am Vet Med Assoc 2011; 238: 1490-6.

Bentley VA, Edwards I RB, Santschi EM, Livesey MA. Repair of femoral capital physeal fractures with 7.0-mm cannulated screws in cattle: 20 cases (1988–2002). J Am Vet Med Assoc 2005; 227: 964-9.

Boelitz R, Dallek P-DDM, Meenen N, Jungbluth K. Die Reaktion der Epiphysenfuge auf Fugenkreuzende Bohrdrahtosteosynthesen. Unfallchirurgie 1994; 20: 131-7.

Bostedt H. Comparative study of the development of enzyme profiles in the blood of calves and lambs during the neonatal adaptation period. Berl Munch Tierarztl Wochenschr 1983; 96: 431-8.

Bramlage LR. Principles of plate fixation of long bone fractures. Equine orthopedic program 1989: 66-71.

Braun J, Tainturier D, Laugier C, Bénard P, Thouvenot J, Rico A. Early variations of blood plasma gamma-glutamyl transferase in newborn calves—A test of colostrum intake. J Dairy Sci 1982; 65: 2178-81.

Brinker WO, Piermattei DL, Flo GL, Matis U. Fractures and orthopedic conditions. In: Orthopädie und Frakturbehandlung beim Kleintier: Schattauer 1993: 255-175.

Chatre J. Fractures metacarpe, du metatarse et du tibia chez le veau. Le Point Veterinaire 1995; 27: 225-35.

Constable P, Hull B, Wicks J, Myer W. Femoral and tibial fractures in a newborn calf after transplacental infection with bovine viral diarrhoea virus. Vet Rec 1993; 132: 383-5.

Crawford WH, Fretz PB. Long Bone Fractures in Large Animals A Retrospective Study. Vet Surg 1985; 14: 295-302.

De Kruif A. Komplikationen des normalen Partus beim Rind. Prakt Tierarzt 1995; 10: 850-2.

Denny H, Sridhar B, Weaver B, Waterman A. The management of bovine fractures: a review of 59 cases. Vet Rec 1988; 123: 289-95.

Dingwall J, Duncan D, Horney F. Compression plating in large animal orthopedics. J Am Vet Med Assoc 1971; 158: 1651.

Dirksen G, Gründer HD, Stöber M. Innere Medizin und Chirurgie des Rindes. 2006: 768-901.

Donovan GA, Dohoo IR, Montgomery DM, Bennett FL. Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA. Prev Vet Med 1998; 34: 31-46.

Eigenmann U. Der Einfluss geburtshilflicher Maßnahmen auf die Lebensfähigkeit neugeborener Kälber. Prakt Tierarzt 1981; 11: 933-42.

Elma E. Frakturen beim Rind: Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1970-1987. Diss. med. vet. 1988. Ludwig Maximilian Universität München.

Erbers C. Untersuchungen zum Verhalten und zur maternalen Kolostrumversorgung von Braunvieh-Kälbern in der Abkalbebox. Diss. med. vet. 2005. Ludwig-Maximilians-Universität München.

Ferguson J. Management and repair of bovine fractures. *Compend Contin Educ Vet* 1982; 4: S128-S36.

Ferguson J. Principles and application of internal fixation in cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 1985; 1: 139-52.

Ferguson J, Dehghani S, Petrali E. Femurfrakturen beim neugeborenen Kalb. *Wien Tierarztl Monatsschr* 1986; 9: 320-5.

Ferguson J, Dehghani S, Petrali EH. Fractures of the femur in newborn calves. *Can Vet J* 1990; 31: 289.

Ferguson J. Femoral fractures in the newborn calf: biomechanics and etiological considerations for practitioners. *Can Vet J* 1994; 35: 626-30.

Fessler JF, Adams SB. Decision making in ruminant orthopedics. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 1996; 12: 1-18.

Field J. Bone plate fixation: its relationship with implant induced osteoporosis. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1997; 10: 88-94.

Fretz P, Dingwall J, Horney F. Excision arthroplasty in calves. *Mod Vet Pract* 1973; 54: 67.

Frigg R. Development of the locking compression plate. *Injury* 2003; 34: 6-10.

Frost H. The biology of fracture healing. An overview for clinicians. Part I. *Clin Orthop Relat Res* 1989: 283.

Fubini SL, Ducharme N. Surgery of the bovine musculoskeletal system. In: Farm animal surgery: Elsevier Health Sciences 2004: 283-350.

Gamper S, Steiner A, Nuss K, Ohlerth S, Fürst A, Ferguson J, Auer JA, Lischer C. Clinical Evaluation of the CRIF 4.5/5.5 System for Long-Bone Fracture Repair in Cattle. Vet Surg 2006; 35: 361-8.

Gangl M, Grulke S, SerTEYN D, Touati K. Retrospective study of 99 cases of bone fractures in cattle treated by external coaptation or confinement. Vet Rec 2006; 158: 264-8.

Gauthier E, Perren S. Die „Limited Contact Dynamic Compression Plate “(LC-DCP)–Biomechanische Forschung als Grundlage des neuen Plattendesigns. Orthopäde 1992; 21: 11-23.

Goedegebuure SA, Häni H, Poulos PW. Kongenitale Osteopetrosis bei zwei Kälbern und einem Schaf. Zentralbl Veterinärmed A 1981; 28: 345-56.

Green SA. Complications of external skeletal fixation. Clin Orthop Relat Res 1983; 180: 109-16.

Greenough PR, MacCallum FJ, Weaver AD. Lameness in cattle: Oliver & Boyd 1972:

Hamilton GF, Turner AS, Ferguson J, Pharr JW. Slipped capital femoral epiphysis in calves. J Am Vet Med Assoc 1978; 172: 1318.

Hamilton GF, Tulleners EP. Transfixation pinning of proximal tibial fractures in calves. J Am Vet Med Assoc 1980; 176: 725-7.

Heim U. Die Grenzziehung Zwischen Diaphyse und Metaphyse mit Hilfe der Viereckmessung. Ein Beitrag zur Klassifizierung und Dokumentierung von Frakturen der langen Röhrenknochen am Beispiel der distalen Tibia. Unfallchirurg 1987; 90: 274-80.

Hickman J. The Treatment of Fractures in Farm Animals. Vet Rec 1957: 1227-36.

Hilbe M, Ossent P, Zlinszky K, Ehrensperger F. Abnormal bone development associated with bovine virus diarrhea virus (BVDV) infection in a newborn calf. EJVP 2000; 6: 115-20.

Hindson J. Quantification of obstetric traction. Vet Rec 1978; 102: 327-32.

Hoerdemann M, Gédet P, Ferguson J, Sauter-Louis C, Nuss K. In-vitro comparison of LC-DCP-and LCP-constructs in the femur of newborn calves—a pilot study. BMC Vet Res 2012; 8: 139.

Ivany Ewoldt JM, Hull BL, Ayars WH. Repair of femoral capital physeal fractures in 12 cattle. Vet Surg 2003; 32: 30-6.

Jensen P, Rasmussen P, Basse A. Congenital osteogenesis imperfecta in Charollais cattle. Nord Vet Med 1976; 28: 304.

Kahrs U. Vergleichende Untersuchungen über Gliedmaßenfrakturen und deren Therapie bei Rindern sowie über den Verbleib der Tiere. Diss. med. vet. 1983. Ludwig-Maximilians-Universität München.

Kalbe P, Schulz J. Das Kalb in Hinterendlage aus perinatologischer Sicht. Tierärztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere 2000; 28: 9-11.

Kaneps A, Schmotzer W, Huber M, Riebold T, Watrous B, Arnold J. Fracture repair with transfixation pins and fiberglass cast in llamas and small ruminants. J Am Vet Med Assoc 1989; 195: 1257-61.

Kirpensteijn J, Roush J, St. Jean G, DeBowes R, Gaughan E. Holding Power of Orthopaedic Screws in Femora of Young Calves. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1993; 6: 16-20.

Kofler J, Geissbühler U, Steiner A. Diagnostic imaging in bovine orthopedics. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2014; 30: 11-53.

Konermann H. Prüfung und Beurteilung des "HK-Geburtshelfers". *Dtsch Tierarztl Wochenschr* 1963; 70: 67-70.

Köstlin RG, Nuss, K., Elmar, E. Metakarpal- und Metatarsalfrakturen beim Rind. *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere* 1990; 18: 131-44.

Lombardi P, Avallone L, d'Angelo A, Bogin E. Gamma-Glutamyltransferase and serum proteins in buffalo calves following colostral ingestion. *Eur J Clin Chem Biochem* 1996; 34: 965-8.

Lundvall R. Observations on the treatment of fractures of the long bones in large animals. *J Am Vet Med Assoc* 1960; 137: 308.

Martens A, Steenhaut M, De Cupere C, Gasthuys F, De Moor A, Verschooten F. Conservative and surgical treatment of tibial fractures in cattle. *Vet Rec* 1998; 143: 12-6.

Matis U, Köstlin RG, Brunnberg L. Fehler bei der Frakturbehandlung beim Kleintier und deren Folgen. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 1985; 98: 173-80.

Matthews LS, Hirsch C. Temperatures measured in human cortical bone when drilling. *J Bone Joint Surg Am* 1972; 54: 297-308.

McMorran E. Bundesweite Untersuchung zur kolostralen Versorgung von neugeborenen Kälbern. Diss. med. vet. 2006. Ludwig Maximilian Universität München.

Mickelsen W. Correction of stifle lock in bovine dystocia. *Vet Med Small Anim Clin* 1976; 71: 1047.

Morscher E. Klassifikation von Epiphysenfugenverletzungen. *Z Orthop Unfall* 1977; 115: 557-62.

Mulon P-Y. Management of long bone fractures in cattle. *In Practice* 2013; 35: 265-71.

Mulon P-Y, Desrochers A. Indications and limitations of splints and casts. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2014; 30: 55-76.

Nemeth F, Numans S. A “walking frame” as a possible treatment of fractures in large domestic animals. *Tijdschr. Diergeneesk., deel* 1972; 179: 9-1.

Németh F, Back W. The use of the walking cast to repair fractures in horses and ponies. *Equine Vet J* 1991; 23: 32-6.

Nichols S, Anderson DE, Miesner MD, Newman KD. Femoral diaphysis fractures in cattle: 26 cases (1994–2005). *Aust Vet J* 2010; 88: 39-44.

Nuss K, Spiess A, Feist M, Köstlin R. Behandlung von Frakturen der langen Röhrenknochen bei 125 neugeborenen Kälbern. Eine retrospektive Untersuchung. *Tierärztl. Praxis G* 2011; 39: 15.

Nuss K. Plates, Pins, and Interlocking Nails. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2014; 30: 91-126.

Ochs B, Gonser C, Baron H, Stöckle U, Badke A, Stuby F. Refrakturen nach Entfernung von Osteosynthesematerialien. *Unfallchirurg* 2012; 115: 323-9.

Parish SM, Tyler JW, Besser TE, Gay CC, Krytenberg D. Prediction of serum IgG1 concentration in Holstein calves using serum gamma glutamyltransferase activity. J Vet Intern Med 1997; 11: 344-7.

Peitel M. Frequency of fractures of the extremities in horses and cattle and resultant economic loss. Wien Tierarztl Monatsschr 1971; 58: 158-63.

Perino L, Sutherland R, Woollen N. Serum gamma-glutamyltransferase activity and protein concentration at birth and after suckling in calves with adequate and inadequate passive transfer of immunoglobulin G. Am J Vet Res 1993; 54: 56-9.

Rahn BA. Bone healing: histologic and physiologic concepts. Clin Orthop 1982: 335-86.

Rakestraw PC. Fractures of the humerus. Vet Clin North Am Food Anim Pract 1996; 12: 153-68.

Rand J, An KN, Chao E, Kelly P. A comparison of the effect of open intramedullary nailing and compression-plate fixation on fracture-site blood flow and fracture union. J Bone Joint Surg Am 1981; 63: 427.

Rao K, Rao S. Rush Pins for Tibial Fractures in Bovines. Indian Vet J 1973; 50: 702-13.

Richardson DC, Slatter D. Fracture first aid: the open (compound) fracture. In: Textbook of small animal surgery: 1985: 1945-6.

Rosson J, Egan J, Shearer J, Monro P. Bone weakness after the removal of plates and screws. Cortical atrophy or screw holes? J Bone Joint Surg Br 1991; 73: 283-6.

Salter RB, Harris WR. Injuries involving the epiphyseal plate. J Bone Joint Surg Br 1963; 45: 587-622.

Salter RB. Fractures and Joint Injuries-General Features. In: Textbook of disorders and injuries of the musculoskeletal system: An introduction to orthopaedics, fractures, and joint injuries, rheumatology, metabolic bone disease, and rehabilitation. Jonson EP, ed.: Salter, Robert Bruce 1999: 417-98.

Schebitz HB, W; Wintzer, H;. Osteosynthese. In: Allgemeine Chirurgie für Tierärzte und Studierende. Schebitz HB, W; Wintzer, H;, ed.: 1993: 372-416.

Schuijt G. Iatrogenic fractures of ribs and vertebrae during delivery in perinatally dying calves: 235 cases (1978-1988). J Am Vet Med Assoc 1990; 197: 1196-202.

Spieß AK, Köstlin, R.G. Frakturen der langen Röhrenknochen beim neugeborenen Kalb - Behandlung und Ergebnisse - (1986 - 2001). Diss. med. vet. 2004. Ludwig-Maximilian-Universität München.

St. Jean G, Clem MF, DeBowes RM. Transfixation pinning and casting of tibial fractures in calves: five cases (1985-1989). J Am Vet Med Assoc 1991; 198: 139-43.

St. Jean G, Debowes R. Transfixation pinning and casting of radial-ulnar fractures in calves: A review of three cases. Can Vet J 1992; 33: 257.

St. Jean G, DeBowes R, Hull B, Constable P. Intramedullary pinning of femoral diaphyseal fractures in neonatal calves: 12 cases (1980-1990). J Am Vet Med Assoc 1992a; 200: 1372.

St. Jean G, DeBowes R, Rashmir A, Engelken T. Repair of a proximal diaphyseal femoral fracture in a calf, using intramedullary pinning, cerclage wiring, and external fixation. J Am Vet Med Assoc 1992b; 200: 1701.

St. Jean G, Anderson D. External Fixation. In: Farm animal surgery

Fubini SL, Ducharme N, eds.: Elsevier Health Sciences 2004:

St. Jean G, Anderson D. Decision analysis for fracture management in cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2014; 30: 1-10.

Steffen S, Tietz G, Grunert E. Examination of the total protein concentration and gamma-glutamyltransferase (gamma-GT) in calves during the first 14 days of life and their significance for predictions of health status in the first two postnatal weeks. *Dtsch Tierarztl Wochenschr* 1997; 104: 272-6.

Steiner A, Iselin U, Auer J, Lischer C. Shaft fractures of the metacarpus and metatarsus in cattle. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1993; 6: 138-45.

Steiner A. Krankheiten im Bereich von Metacarpus, Metatarsus und Fessel. In: *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. Dirksen G, Gründer HD, Stöber M, eds.: Parey 2002: 835-6.

Steiner A. Techniken und Komplikationen der Frakturbehandlung beim Großtier. In: *Skriptum zur Vorlesung im Themenblock Bewegungsapparat*: 2005:

Stick J, Derksen F. Intramedullary pinning of a fractured femur in a foal. *J Am Vet Med Assoc* 1980; 176: 627-9.

Trostle SS, Wilson DG, Hanson PD, Brown CE. Management of a radial fracture in an adult bull. *J Am Vet Med Assoc* 1995; 206: 1917-9.

Trostle SS, Markel MD. Fracture biology, biomechanics, and internal fixation. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 1996; 12: 19-46.

Trostle SS. Internal Fixation. In: *Farm animal surgery*. Fubini SL, Ducharme N, eds.: Elsevier Health Sciences 2004:

Tulleners EP. Management of bovine orthopedic problems. I. Fractures. *Comp Cont Edu Pract* 1986a; 8 (2): 69-80.

Tulleners EP. Metacarpal and metatarsal fractures in dairy cattle: 33 cases (1979-1985). J Am Vet Med Assoc 1986b; 189: 463-8.

Tulleners EP. Metacarpal and metatarsal fractures in cattle. Vet Clin North Am Food Anim Pract 1996; 12: 199-209.

Tyler JW, Hancock DD, Wiksie SE, Holler SL, Gay JM, Gay CC. Use of serum protein concentration to predict mortality in mixed-source dairy replacement heifers. J Vet Intern Med 1998; 12: 79-83.

Unger M, Montavon P, Heim U. Classification of fractures of long bones in the dog and cat: Introduction and clinical application. Vet Comp Orthop Traumatol 1990; 3: 41-50.

Vogel SR, Anderson DE. External skeletal fixation of fractures in cattle. Vet Clin North Am Food Anim Pract 2014; 30: 127-42.

Wagner M, Frigg R. Locking compression plate (LCP): Ein neuer AO-Standard. OP-JOURNAL 2000; 16: 238-43.

Zaremba W, Guterbock, W und Ahlers, D. Einfluss von Zughilfe bei geburtshilflichem Eingreifen auf den Gesundheitszustand des Kalbes in der peri- und postnatalen Phase. Prakt Tierarzt 1995; 10: 870-6.

IX ANHANG

Klinik-Nr.: / Einstellung:	Tierart Rasse Geschlecht Alter OM re OM li	Besitzer HTA: PrP:	Bestand: Zucht / Mast / beides IBR-frei / Impfbetrieb / unbekannt mit / ohne Zukauf Tier: Nachzucht / Zukauf	Untersucher: Körpergewicht:	Entlassungsstatus: offen / geheilt / gebessert / unverändert / zur Beobachtung / Weiterbehandlung / Verwertung / euth. / verendet / verendet eingeliefert	nach: Hause / LGL / Patho / TBA / andere Klinik / Verwertung
Vorbericht:			trüchtig seit: letzte Kalbung: steht trocken / wird gemolken Milchleistung: vorher: jetzt: Fütterung: TMR / Grünfütter Sonstiges: Aufstallung: Weide letzte Klauenpflege:		Diagnose(n):	
Körperhaltung:		Körpertemp.:	Verhalten:			Ernährungszustand:
						Pflegezustand:
Haarkleid	Herzfrequenz /min	Abdomenform	Rektal: Darmbein-Linn. Unterdruck Bauchfell Pansen	Pansensaft: Farbe Viskos. Geruch Influs. pH	Appetit:	
Hautturgor	Intens. Rhythmus Abges. Geräusche	Pansen: Mot. / 2' Int. Füllg. Schichtg.			Bewegungsapp.:	
Bulbi	Skleralgefäße Venien	FK-Proben: Rü. Griff Schm. Perk.	Niere Geschl. App.	Kot: Menge Farbe Konsistenz Zerkl. Beimeng. Geruch	Klauen:	
Schleimhäute	Katheter-/Spontan-/prov. Harn	Stab P. PA SA DA	Sonstiges		ZNS: unauff./nicht näher unters./a.U.	
Lymphknoten	Farbe Eiw. pH Gluk. Transpar. K.K. Spez. Gew. Hb/Ery Sonstig.		Sonstige Befunde:			
NAH / / /	Euter	Bauchdecke Dammotorik Leberperk.				
Lungenperkussion	Milch CMT VR(A) HR(B) VL(C) HL(D)					

(grau/nur weiterführende Untersuchungen)

Abbildung 49: Eingangsuntersuchungsprotokoll für Rinder älter als drei Monate

Klinik-Nr.: Einstellung:	Tierart Rasse Geschlecht Alter OM re OM li	Besitzer HTA: PrP: Diensthab.:	Bestand: Zucht / Mast / gem. IBR-frei / Impfbestand mit / ohne Zukauf Tier: Nachzucht / Zukauf geimpft / nicht geimpft	Untersucher: Körpergewicht:	Entlassungsstatus: offen / geheilt / gebessert / unveränd. / zur Beobacht. / Weiterbeh. / Verwertung / euth./ verendet / verendet eingeliefert nach:	≤ 3 Mo führe Klinik-Nr.:
Vorbericht			Aufstallung Tränkung Fütterung: Heu KäKo Bruch Maissil. Wasser (Selbststr. / Eimer / kein) Sonst.		Diagnose(n):	
Haltung			Verhalten		Ernährungszustand	
Haarkleid	Herz /min	Atemfrequenz /min	Appetit	Kot: Menge		
Hauttemp.		Typ	Saugreflex	Farbe		
Hautturgor	Skleralgefäße	Auskult.	Abdomenform	Konsistenz		
Bulbi	Venen		Bauchdecke	Geruch		
Flotzmaul		NAH / / /	Pansen	Beimengungen		
Schleimhäute	Bewegungsapparat		PA	Pansensaft: Menge		
Lidränker		Nase	SA	Farbe		
Lymphknoten	Nabel	Lungenperk.		Konsistenz		
		Leberperk.	Dammotorik	Geruch		
Sinnesorgane u. ZNS		Harn: spontan / provoziert	Sonstige Befunde:			
		Farbe				
		Transparenz				
		spez. Gew.				
		pH Eiw.				
		Gluk. Hb. / Ery.				

Abbildung 50: Eingangsuntersuchungsprotokoll für Kälber bis zum Alter von drei Monaten

Blutgase	pH	7,35-7,45				
	pCO ₂	35-53 mm Hg				
	pO ₂	24-40 mm Hg				
	HCO ₃	22-28 mmol/L				
	BE	-2,5-2,5 mmol/L				
Blutbild	Ery	5-8 T*/L				
	HB (Sy/BG)	6,2-8,7 mmol/L				
	HKT (Sy/Fuge)	30-36%				
	MCV	40-60 fL				
	MCHC	16-21 mmol/L				
	MCH	0,9-1,4 fmol				
	Thromboz.	200-800 G*/L				
	Retikuloz.	<=1%				
	Leuko.	4-10 G*/L				
Substrate & Proteine	Gluk	3,9-6,6/2,5-3,3 mmol/L				
	BGGluk					
	L-Laktat	<=2,2 mmol/L				
	D-Laktat	<=2,2 mmol/L				
	Harnstoff	<=5,5 mmol/L				
	Kreatinin	<=110 µmol/L				
	Hst / Krea	30 - 50				
	Ges.-Bili.	<=8,5 µmol/L				
	dir. Bili.	<=3,4 µmol/L				
	Ges.Eiw.	55-70/60-80 g/L				
	Albumin	30-40 g/L				
Elektrolyte	Globulin	10-40 g/L				
	ß-HBA	<=1 mmol/L				
	Glutartest	> 15 min				
	Na	135-150 mmol/L				
	K	4-5 mmol/L				
	Cl	90-105 mmol/L				
	Ca/Ca+	2-3/1-1,3 mmol/L				
	ALü/koALü	14-26 mEqu/L				
	Mg	0,74-1,44 mmol/L				
Enzyme	P	2-3/1,5-2,1 mmol/L				
	AST	<=80 U/L				
	γ-GT	<=36 U/L				
	GLDH	<=16 U/L				
	CK	<=245 U/L				
	CK/AST					
	GSH-PX	>250 U/gHb				
	* T = Tera (10 ¹²), G = Giga (10 ⁹), f = femto (10 ⁻¹⁵)					

Abbildung 51: Labordatenblatt mit allen Laborparametern, die bei der Blutuntersuchung von Patienten an der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung standardmäßig erhoben werden

Telefonische Nachverfolgung:	
Kliniknummer des Tieres.....	Besitzer.....
Ursache:.....	
Ist das Tier noch auf dem Betrieb?	
ja <input type="radio"/>	nein <input type="radio"/>
Konnte es seiner Bestimmung zugeführt werden?	Wann abgegangen? (Datum).....
ja <input type="radio"/> nein <input type="radio"/>	Konnte das Tier seiner Bestimmung zugeführt werden?
	ja <input type="radio"/> nein <input type="radio"/>
	geschlachtet <input type="radio"/> euthanasiert/gestorben? <input type="radio"/>
Aktuelle Lahmheit des Tieres?	Lahmheit bei Abgang?
keine <input type="radio"/> , ggr <input type="radio"/> , mgr <input type="radio"/> , hgr <input type="radio"/> ,	keine <input type="radio"/> , ggr <input type="radio"/> , mgr <input type="radio"/> , hgr <input type="radio"/> ,
Gliedmaßenstellung?	Gliedmaßenstellung?
normal <input type="radio"/> , leicht <input type="radio"/> , mittel <input type="radio"/> , stark <input type="radio"/>	normal <input type="radio"/> , leicht <input type="radio"/> , mittel <input type="radio"/> , stark <input type="radio"/>
verändert	verändert
	Warum abgegangen?
	frakturassoziiert <input type="radio"/> , nicht frakturassoziiert <input type="radio"/>
Leistung im Vergleich zu Artgenossen?	Leistung im Vergleich zu Artgenossen?
ebenbürtig <input type="radio"/> , schlechter <input type="radio"/>	ebenbürtig <input type="radio"/> , schlechter <input type="radio"/>
subjektive Zufriedenheit	subjektive Zufriedenheit
ja <input type="radio"/> nein <input type="radio"/>	ja <input type="radio"/> nein <input type="radio"/>

Abbildung 52: Fragebogen zur telefonischen Nachverfolgung von Patienten, die zwischen den Jahren 2008 und 2013 die Klinik als geheilt verlassen konnte

X DANKSAGUNG

Frau Univ.-Prof. Dr. Gabriela Knubben-Schweizer danke ich für die Überlassung des Themas der Dissertation und die Unterstützung in meinem beruflichen Werdegang.

Frau Dr. M. Feist gilt mein aufrichtiger Dank für die ausdauernde Betreuung und die Unterstützung auch nach Rückschlägen. Des Weiteren bedanke ich mich für ihr Engagement in meiner Ausbildung.

Darüber hinaus bedanke ich mich beim gesamten Personal der Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung für die langjährige gute Zusammenarbeit. Besonders sind hier das Pflegepersonal, die Assistenztierärzte und die Klinikleitung zu erwähnen.

Meinen Eltern und meiner Familie danke ich für die moralische und finanzielle Unterstützung.